



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

CLASIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES

JOHN W. BRANCH

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Director del Grupo de I+D en Inteligencia Artificial – GIDIA

jwbranch@unal.edu.co

<https://github.com/jwbranch/ClasificacionYReconocimientoDePatrones>

<https://www.coursera.org/programs/unal-iuukt>

METODOLOGÍA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

El aprendizaje sincrónico involucra estudios online a través de una plataforma. Este tipo de aprendizaje sólo ocurre en línea. Al estar en línea, el estudiante se mantiene en contacto con el docente y con sus compañeros. Se llama aprendizaje sincrónico porque la plataforma permite que los estudiantes pregunten al docente o compañeros de manera instantánea a través de herramientas como el chat o el video chat.

Sesiones Remotas vía Google.Meet Sincrónicas y Asincrónicas

El aprendizaje asincrónico puede ser llevado a cabo online u offline. El aprendizaje asincrónico implica un trabajo de curso proporcionado a través de la plataforma o el correo electrónico para que el estudiante desarrolle, de acuerdo a las orientaciones del docente, de forma independiente. Un beneficio que tiene el aprendizaje asincrónico es que el estudiante puede ir a su propio ritmo.

Descripción del Curso

La descripción, la agrupación, la clasificación y el reconocimiento, de patrones de forma automática, son problemas importantes en una gran variedad de aplicaciones de ingeniería, psicología, medicina, economía, biología, etc. El problema consiste en asignar automáticamente a una clase una muestra según las mediciones realizadas sobre la muestra. En el curso se estudiará la teoría necesaria para resolver este problema, y se aplicará la teoría en aplicaciones de diferentes áreas.

OBJETIVOS DEL CURSO

Identificar los componentes principales de un sistema de Clasificación y Reconocimiento de Patrones, a partir de **información visual**.

Estudiar los conceptos básicos de extracción de características, selección de características, clasificación y evaluación de desempeño

Implementar los algoritmos asociados con las distintas etapas y modelos de un sistema de Clasificación y Reconocimiento de Patrones.

Aplicar técnicas para establecer y comparar el desempeño de los clasificadores.

Aplicar métodos de Clasificación y Reconocimiento de Patrones para resolver un problema real.

Contenido

1. **Introducción.**
2. **Adquisición, Procesamiento y Etiquetado de Datos**
3. Extracción de Características.
4. Selección de Características.
5. Clasificación Supervisada.
6. Clasificación No Supervisada
7. Evaluación de Desempeño.
8. Aplicaciones y Casos de Éxito.

Bibliografía Recomendada

1. **Bishop, C.** Pattern Recognition and machine Learning, Springer, 2006.
2. **Bishop, C.** Neural Network for Pattern Recognition, New York, Oxford University Press Inc., Reprinted, 2005.
3. **Da Fontoura, L.; Marcondes, R.** Shape Analysis and Classification, Boca Raton, CRC Press, 2001.
4. **Duda, R.; Hart, P.; Stork, D.** Pattern Classification, New York, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
5. **Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J.** The Elements of Statistical Learning, Springer, 2001.
6. **Marsland, S.** Machine Learning: An algorithmic Perspective, CRC Press, 2009.
7. **Mery, D.** X-ray Testing for Computer Vision, Springer, 2015.
8. Nixon, M.; Aguado, A. Feature Extraction & Image Processing, Amsterdam, Elsevier, 2004.
9. **Tou, J. T.; Gonzalez, R. C.** Pattern Recognition Principles, London-Amsterdam-Dom Mills, Ontario-Sydney-Tokyo. Addison-Wesley Publishing Company, 1974.
10. **Webb, A.** Statistical Pattern Recognition, Wiley, Second Edition, 2002.
11. **Witten, I.H; Frank, E.** **Data Mining:** Practical Machine Learning Tools and Techniques, Elsevier, Second Edition, 2005.
12. **Artículos seleccionados de IEEE** Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence y de Proceedings of International Conferences on Pattern Recognition and Computer Vision.
13. **Scikit-learn** :Biblioteca de Aprendizaje Automático de software gratuito para el lenguaje de programación Python <https://scikit-learn.org/stable/>
14. **Kaggle:** Is an online community of data scientists and machine learners, owned by Google LLC. Kaggle allows users to find and publish data sets, explore <https://www.kaggle.com/>

EVALUACIÓN



Certificado Coursera <i>Sesenta años de inteligencia artificial – UNAM (Obligatorio)</i> <i>IA para todos – Andrew Ng (Obligatorio)</i> <i>Structuring Machine Learning Projects – Andrew Ng (Obligatorio)</i> <i>Detección de Objetos – UAB (Obligatorio)</i>	20% (Máx. 31 de Dic/2020)
Informe de Lectura (Individual): <i>Ensayo descriptivo y crítico de mínimo tres (3) páginas y máximo cinco (5) páginas.</i> <i>From ImageNet to Image Classification-Contextualizing Progress on Benchmarks.</i> <i>Pattern classification with missing data - A Review.</i> <i>Statistical Pattern Recognition - A Review.</i> <i>Towards Automatic Visual Inspection.</i>	20% Grupo #3 (Máx. 15 de Dic/2020) Grupo #1 (Máx. 19 de Dic/2020) Grupo #2 (Máx. 13 de Feb/2021)
Trabajo Final (Debe ser en Grupo 3 ó 5 personas) Obtener el conjunto de datos (Imágenes) de los siguientes repositorios o cualquier otro disponible: http://www.ics.uci.edu/~mllearn/databases/ https://www.kaggle.com/datasets Proponer una solución para un caso de estudio, comparando mínimo tres (3) técnicas de CRP.	60% (Máx. 2 de feb/2021)

CLASIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES

Introducción

JOHN W. BRANCH

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Director del Grupo de I+D en Inteligencia Artificial – GIDIA

jwbranch@unal.edu.co

<https://github.com/jwbranch/ClasificacionYReconocimientoDePatrones>

<https://www.coursera.org/programs/unal-iuukt>

MOTIVACIÓN

🦋 OBSERVE EL VIDEO Y RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

🦋 ¿CUÁNTOS DATOS SE REQUIEREN PARA ENTRENAR UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL?

🦋 ¿ES POSIBLE DECIR QUE LOS COMPUTADORES YA SOBREPASARON LA CAPACIDAD HUMANA?

🦋 ¿QUÉ PROBLEMAS EVIDENCIAN LOS SISTEMAS DE VISIÓN ARTIFICIAL, Y EN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES?



<https://www.ted.com/talks/fei-fei-li-how-we-re-teaching-computers-to-understand-pictures?language=es>

ALGUNAS PREGUNTAS QUE BUSCA RESPONDER EL CURSO

- ¿Cuál es la mejor estrategia para resolver un problema concreto?
- ¿Cuáles son las características más significativas?
- ¿Cuántas muestras necesito?
- ¿Cuál es el grado de precisión de mi solución?
- De las soluciones propuestas, ¿cuál es más eficiente y eficaz?

LA PERCEPCIÓN

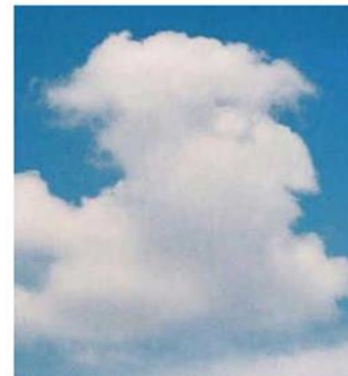
A la edad de cinco años la mayoría de los niños pueden reconocer dígitos y letras: – Grandes, pequeños, escritos a mano, rotados, incompletos...



Reproducir esta capacidad por medio de los computadores es difícil , de hecho, tras 50 años de investigación no existe actualmente ningún sistema de CRP de propósito general que sea capaz de aproximarse a la capacidad humana.

¿Por qué no imitarlos al diseñar sistemas automáticos de reconocimiento de patrones?

Aún no se sabe como los humanos reconocen los patrones.



PERCEPCIÓN vs CRP

- Pueden realizar tareas monótonas y repetitivas con menos errores.
- Trabajar en zonas peligrosas.
- Funcionar en lugares inhóspitos.
- Económicos y autónomos.
- Realizar cálculos precisos.

CLASIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES






- La Clasificación y Reconocimiento de Patrones (CRP) es una rama de la Inteligencia Artificial.
- Se trata de crear algoritmos computacionales capaces de aprender a partir de conjuntos de datos.
- La CRP está íntimamente relacionada con el Aprendizaje de Máquinas.
- El reconocimiento de patrones está encaminado al desarrollo e implementación de algoritmos capaces de descubrir regularidades en un conjunto de datos.
- Los algoritmos de reconocimiento de patrones utilizan dichas regularidades para ejecutar acciones tales como el agrupamiento o clasificación de datos.

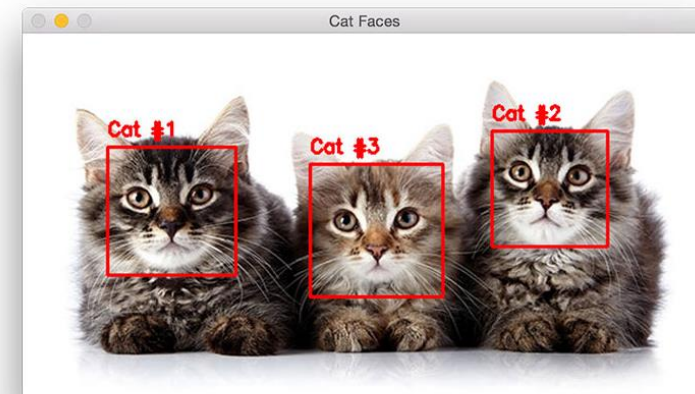
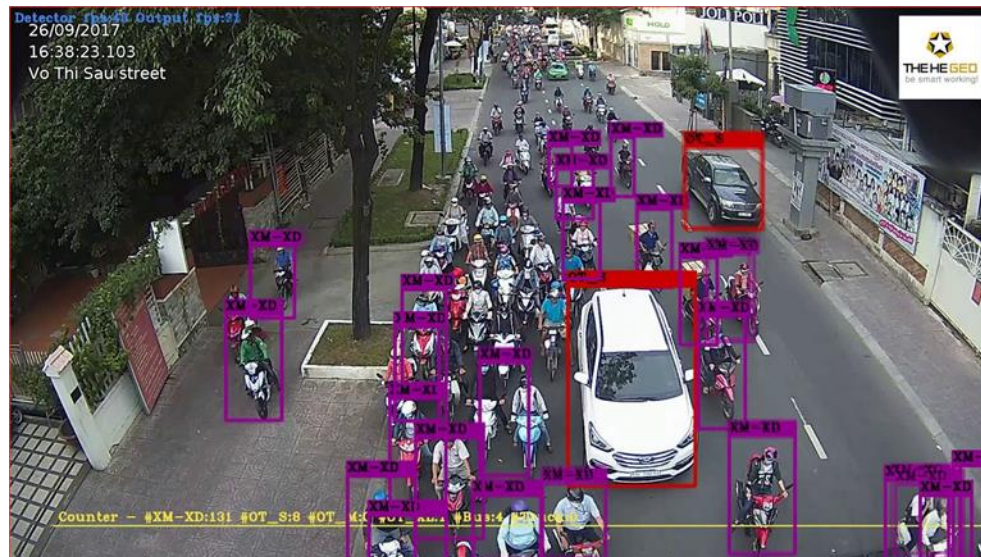
ALGUNOS CONCEPTOS IMPORTANTES

- Regresión
- Clasificación.
- Conjunto de entrenamiento.
- Conjunto de prueba.
- Error de entrenamiento y error de prueba.
- Maldición de la dimensionalidad.
- Generalización.

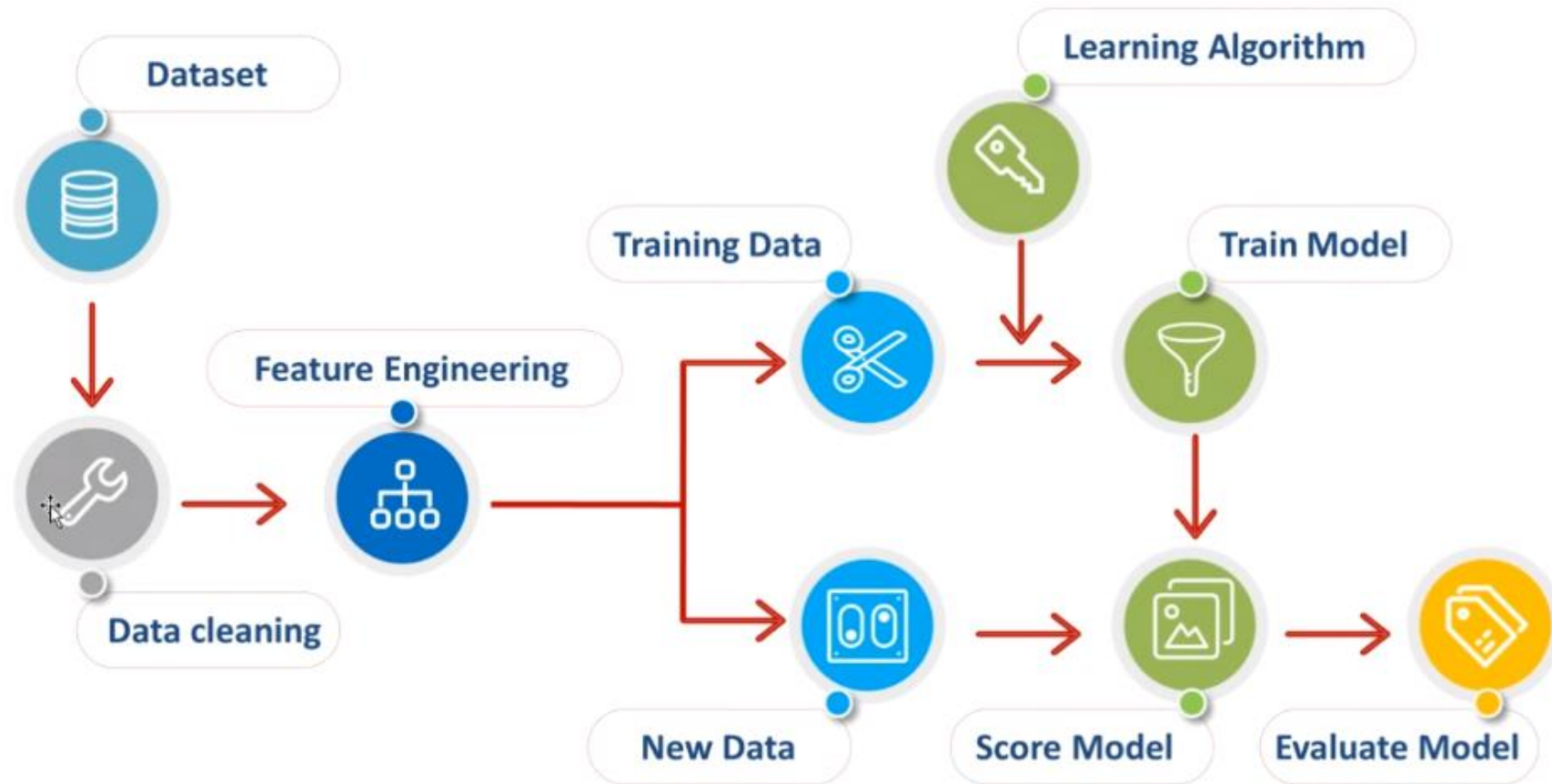
EJEMPLOS

Ofertas de la semana [Ver más](#)

 <p>iPhone XR 128GB Color Gris</p> <p>\$ 2.799.900</p>	 <p>\$ 779.900 28% OFF</p>	 <p>\$ 1.578.000 24% OFF</p>	 <p>\$ 839.900 44% OFF</p>	 <p>ULTIMA SEMANA \$ 119.900</p>
---	---	---	---	--

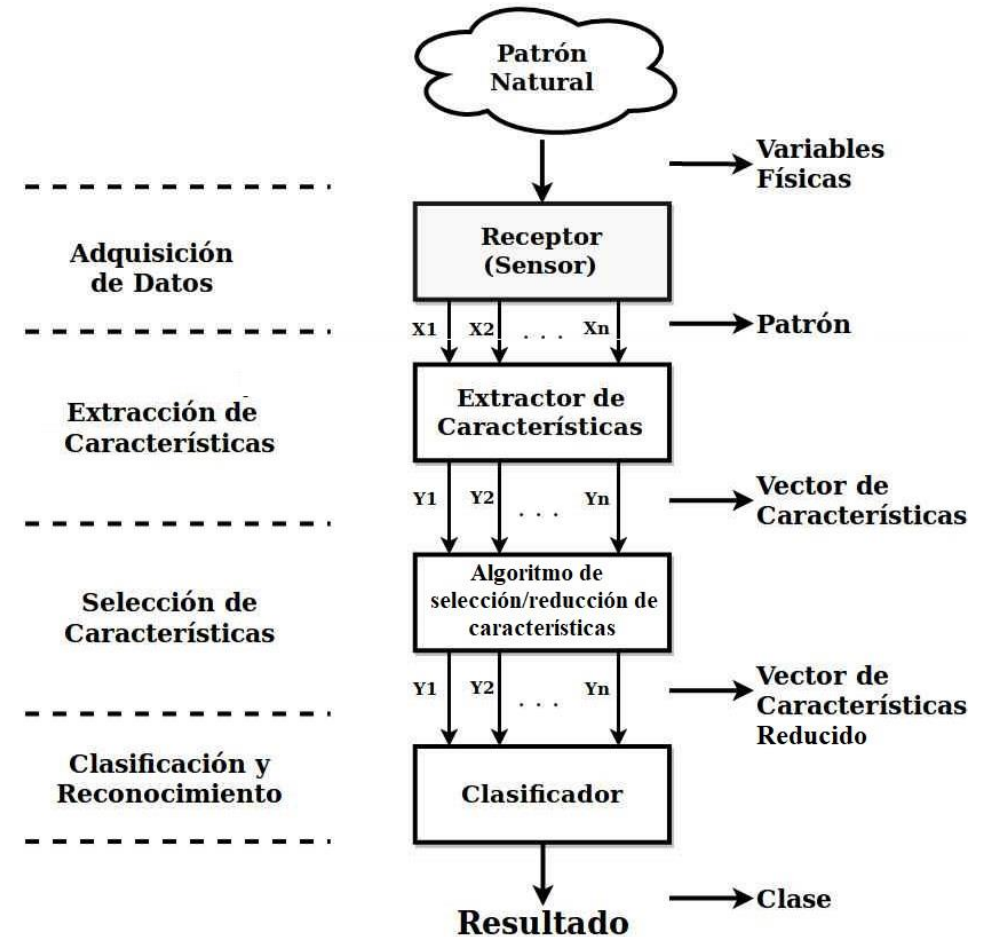
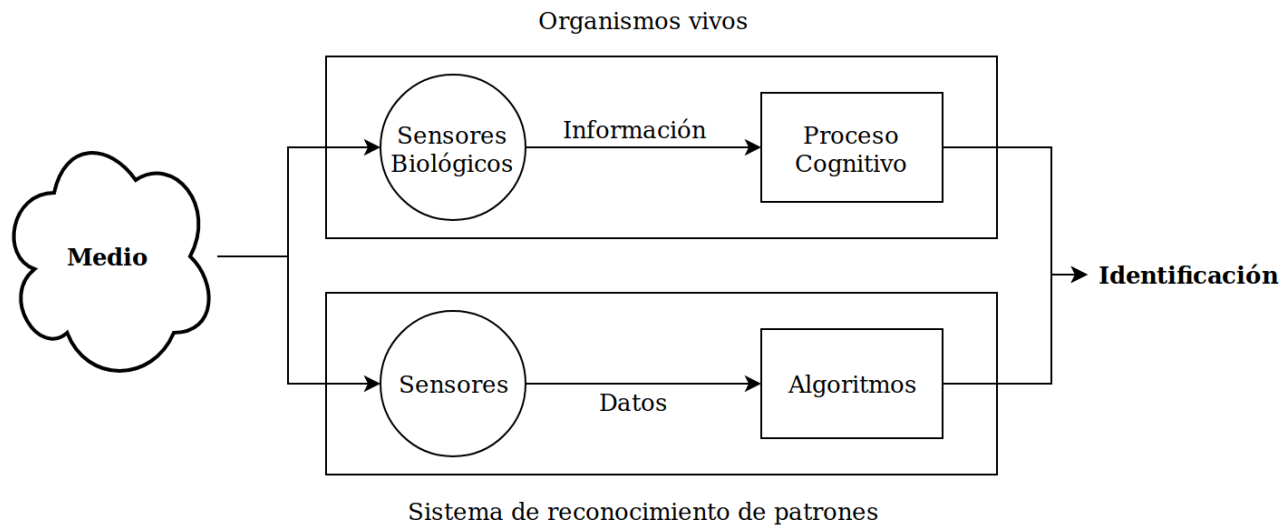


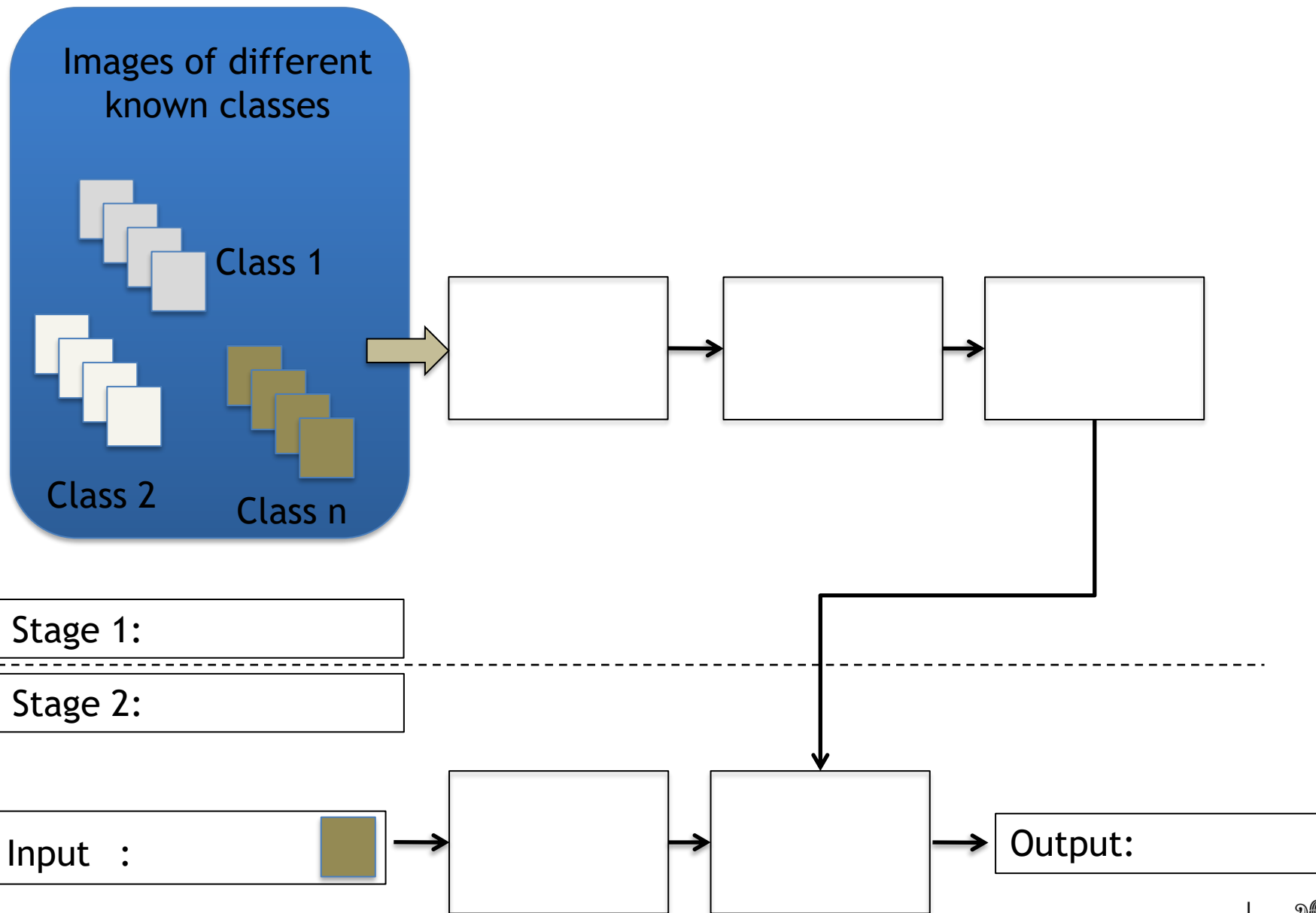
Arquitectura de Referencia - ML

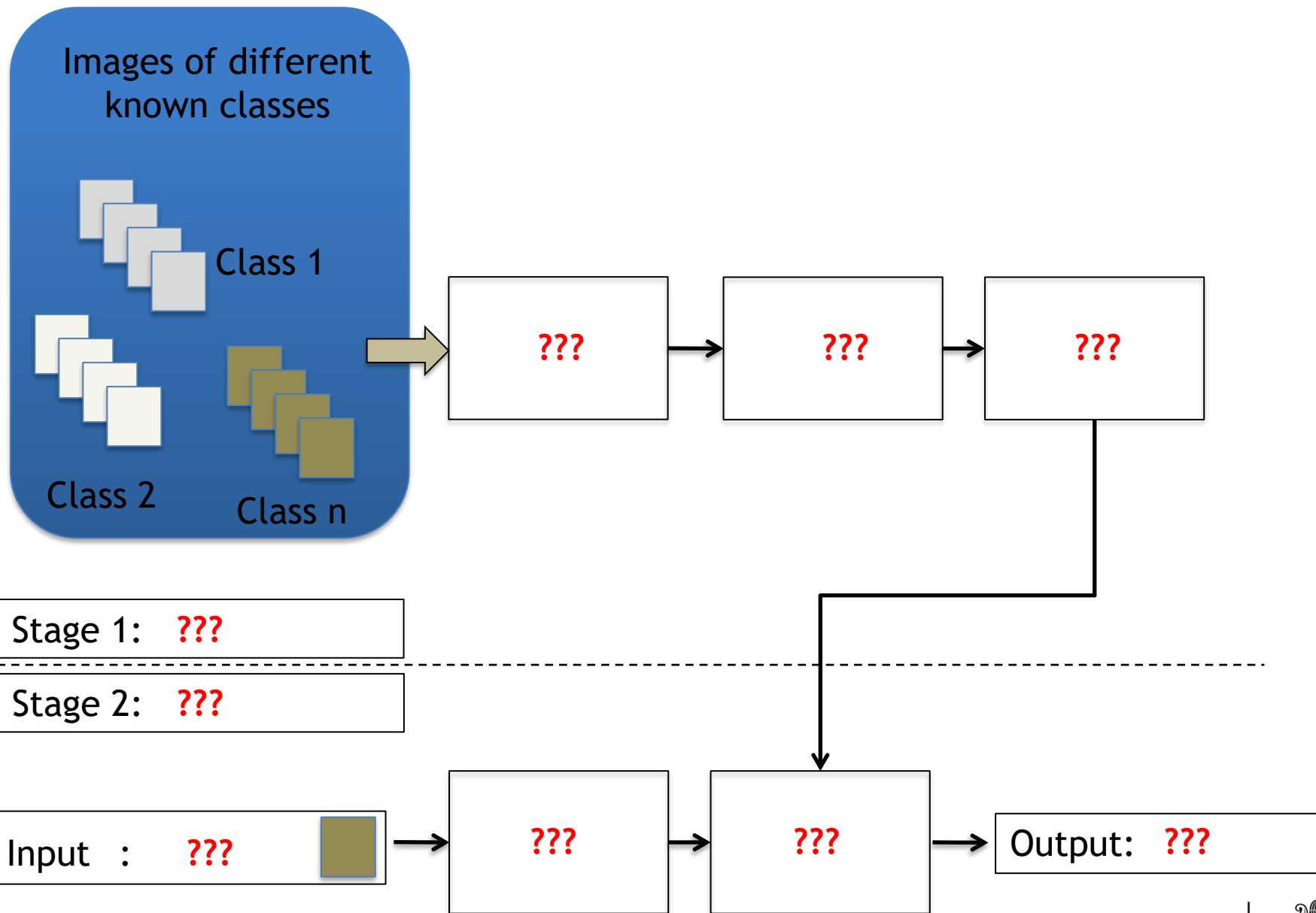


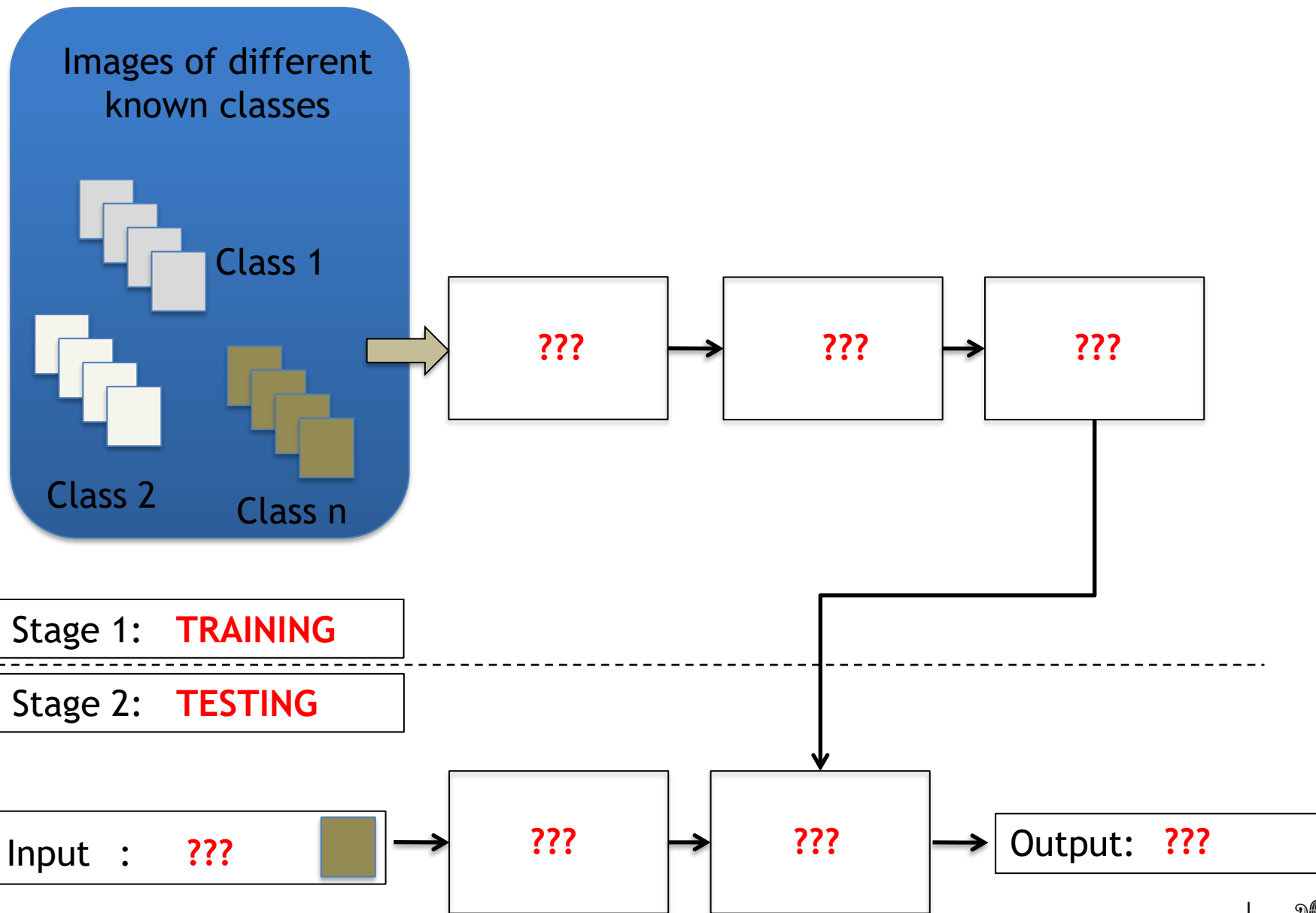
Tomada de: <http://www.cs.us.es/~fsancho/images/2019-12/ml-process.png>

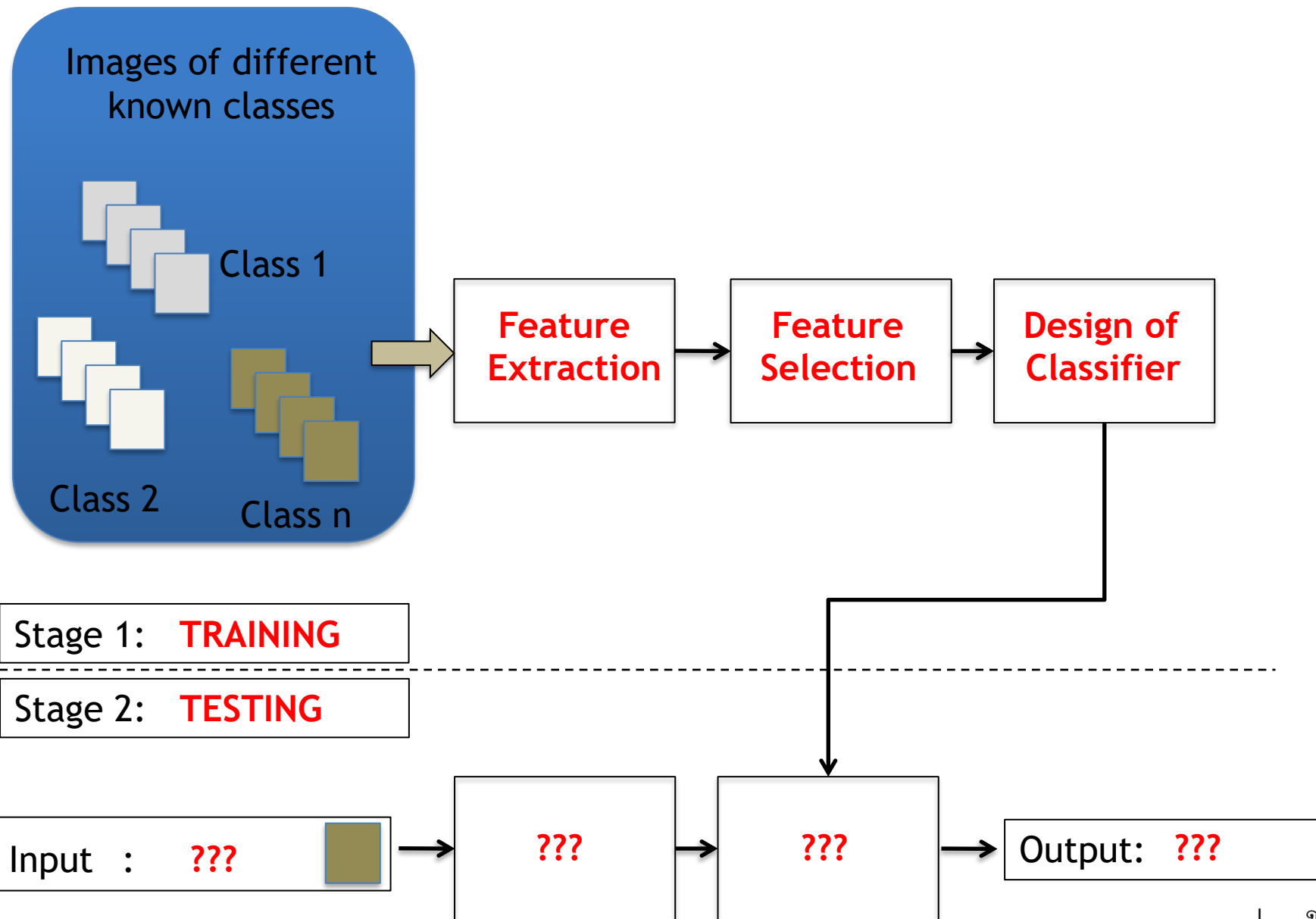
Etapas Sistema de Clasificación y Reconocimiento de Patrones

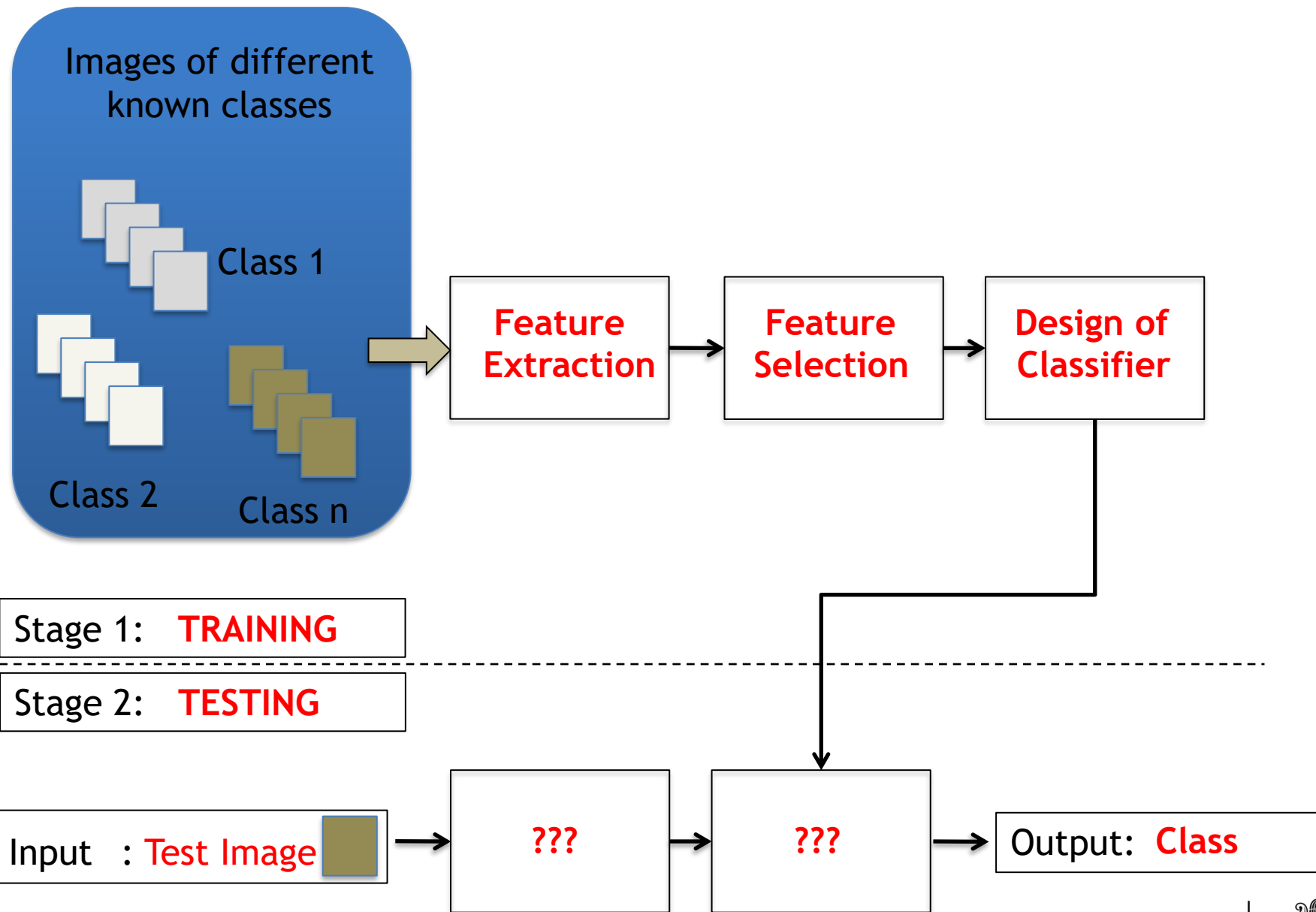












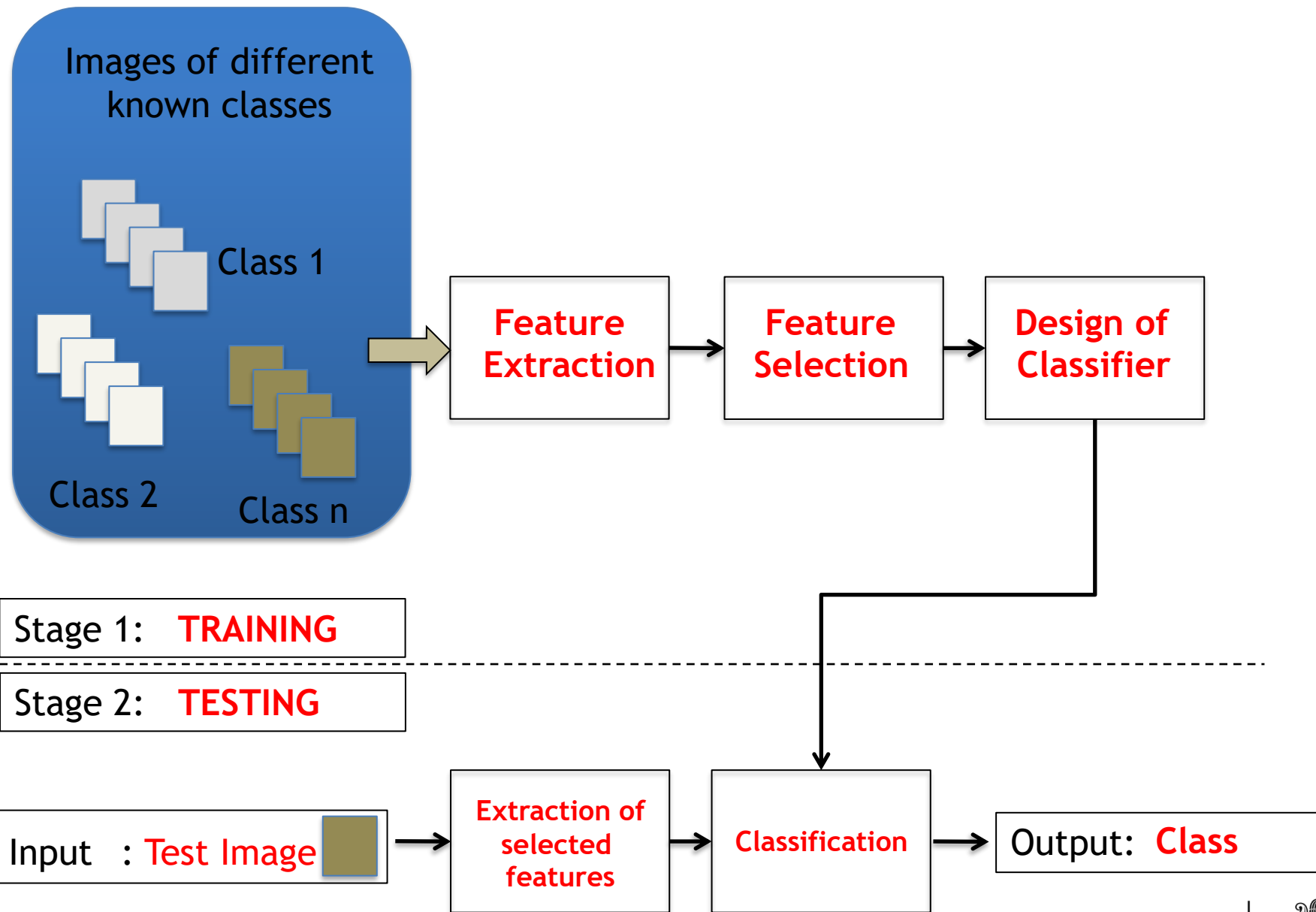


Image Classification: Tips and Tricks From 13 Kaggle Competitions (+ Tons of References)

Posted November 19, 2020

kaggle

Image Classification

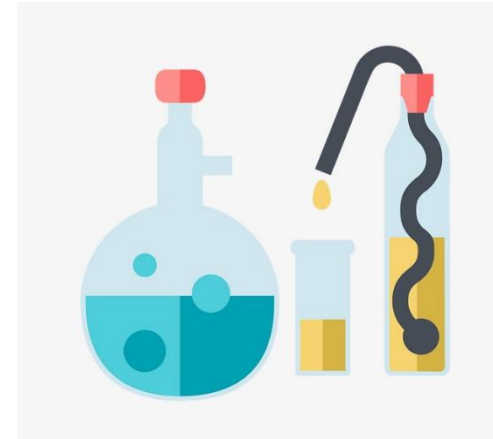
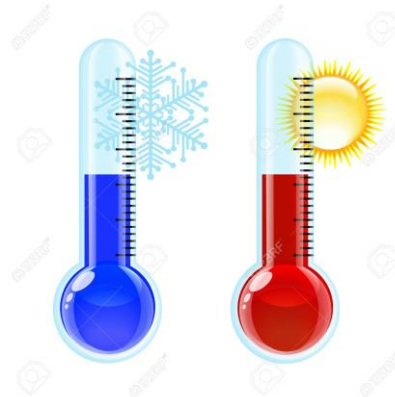


Tips
&
Tricks

<https://neptune.ai/blog/image-classification-tips-and-tricks-from-13-kaggle-competitions>

DATOS

Los datos son obtenidos del medio de aplicación con la ayuda de sensores que recogen información del medio para luego ser almacenada de forma digital. También pueden proceder de otras fuentes como lo son pruebas físico-químicas o encuestas hechas con formularios.



DATOS

Así entonces a partir de sensores y demás medios se tienen fuentes de datos como las siguientes:

Texto / Audio / Video / Imagen

	A	B	C	D	E
1	ID	Vendedor	Producto	Precio	Mes
2	1	Maca Prabo	Móvil	250 €	Enero
3	2	Maca Prabo	Tablet	350 €	Enero
4	3	Merk Adona	PS4	400 €	Marzo
5	4	Carl Refur	Tablet	350 €	Marzo
6	5	Merk Adona	Anti-Virus	130 €	Enero
7	6	Mikal Campo	Auriculares	25 €	Febrero
8	7	Maca Prabo	PS4	400 €	Enero
9	8	Mikal Campo	PC	600 €	Febrero
10	9	Mikal Campo	Anti-Virus	130 €	Febrero
11	10	Mikal Campo	PS4	400 €	Febrero
12	11	Hasan Chezro Mero	Anti-Virus	130 €	Enero
13	12	Merk Adona	Auriculares	25 €	Enero
14	13	Mikal Campo	PC	600 €	Enero
15	14	Carl Refur	PS4	400 €	Febrero
16	15	Hasan Chezro Mero	PS4	400 €	Febrero
17	16	Carl Refur	PS4	400 €	Febrero



<https://medium.com/datadriveninvestor/the-50-best-public-datasets-for-machine-learning-d80e9f030279>

<http://kaggle.com>

<http://mlr.cs.umass.edu/ml/>

Adquisición de Datos

Los datos pueden ser clasificados en 4 dominios, dependiendo de su origen:

TEXTO

CUANDO **EL** OJO **VE** UN **COLOR** SE **EXCITA** INMEDIATAMENTE, Y ÉSTA **ES** SU **NATURALEZA**, ESPONTÁNEA Y DE **NECESIDAD**, PRODUCIR **OTRA** EN LA QUE **EL** COLOR **ORIGINAL** COMPRENDE **LA** ESCALA **CROMÁTICA** ENTERA. **UN** ÚNICO **COLOR** EXCITA, **MEDIANTE** UNA **SENSACIÓN** ESPECÍFICA, **LA** TENDENCIA A LA **UNIVERSALIDAD**. EN **ESTO** RESIDE **LA** LEY **FUNDAMENTAL** DE **TODA** ARMONÍA **DE** LOS **COLORES...**

AUDIO



VIDEO

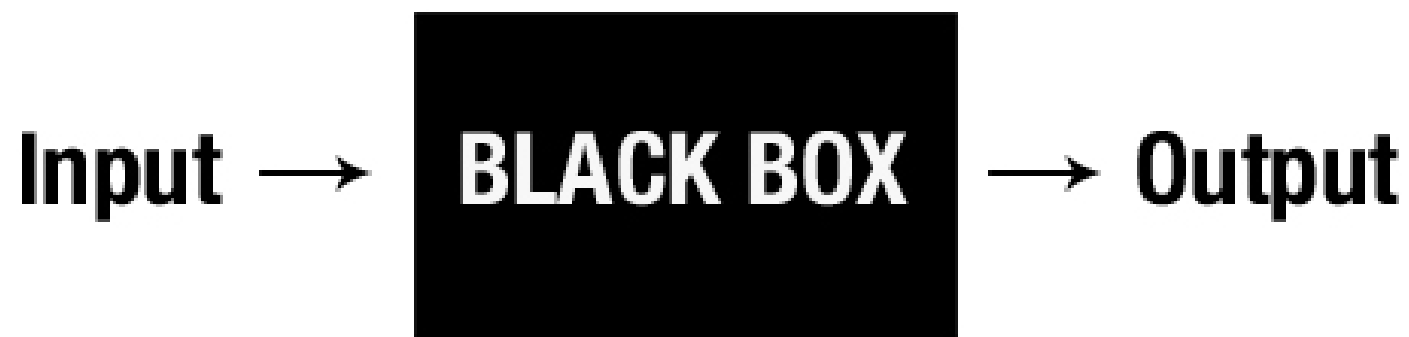


IMAGEN



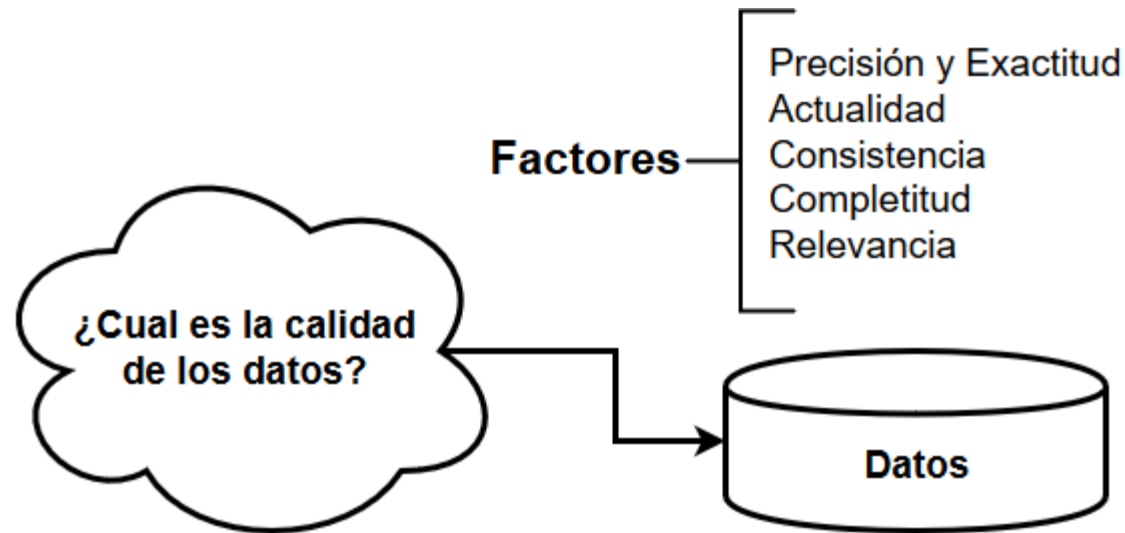
Adquisición de Datos

Con ayuda de estos datos podemos predecir comportamientos y patrones. Esto con el fin de generar información vital para la toma de decisiones.



DATOS

Calidad: La integridad de datos consiste en asegurar que los datos sean correctos y que no presenten inconsistencias.



En ocasiones, antes de extraer características, es necesario realizar un pre-procesamiento de los datos, es decir, mitigar problemas que estos puedan presentar como:

- Presencia de ruido.
- Datos atípicos.
- Datos en diferentes escalas.
- Datos duplicados.



Datos - Imagen

Natural Images - Kaggle

Clasificación de 8 diferentes clases de un conjunto de imágenes “naturales”.



Preprocesamiento de Datos

Los datos a utilizar deben pasar por un proceso de preprocesamiento. Esto para seguir un estándar en los datos y lograr un mayor desempeño y exactitud a la hora de resolver el problema.

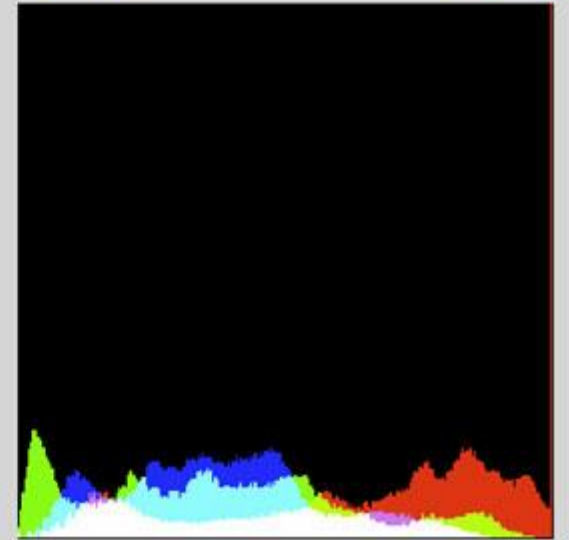
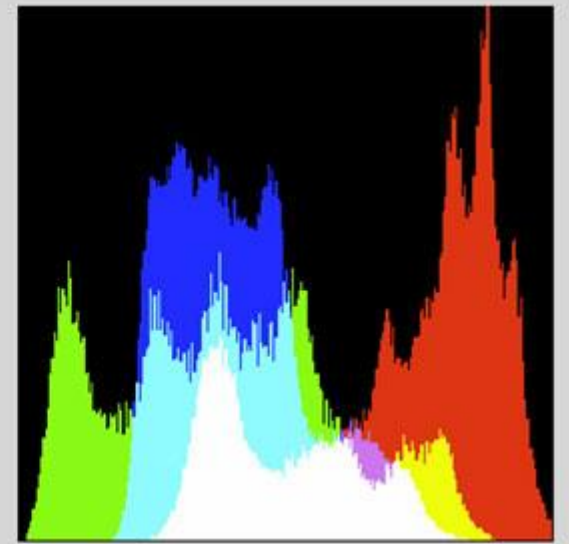
Si los datos no pasan por este proceso, los resultados en las futuras etapas no podrán alcanzar los valores reales de precisión posibles.



Preprocesamiento de Datos - Texto

Raw	Lowercased
Canada CanadA CANADA	canada
TOMCAT Tomcat toMcat	tomcat

Preprocesamiento de Datos - Imagen



Etiquetado

El etiquetado de datos es una de las tareas más importantes a la hora de extraer información de estos.

Al tener imágenes etiquetadas correctamente, el computador es capaz de aprender a diferenciar entre diferentes clases. Por ejemplo, entre gatos y perros

Machine Learning:

Sample



Label



dog



cat



horse

Human Learning:

We learn through



Examples

Long Ear Black nose



Diagrams

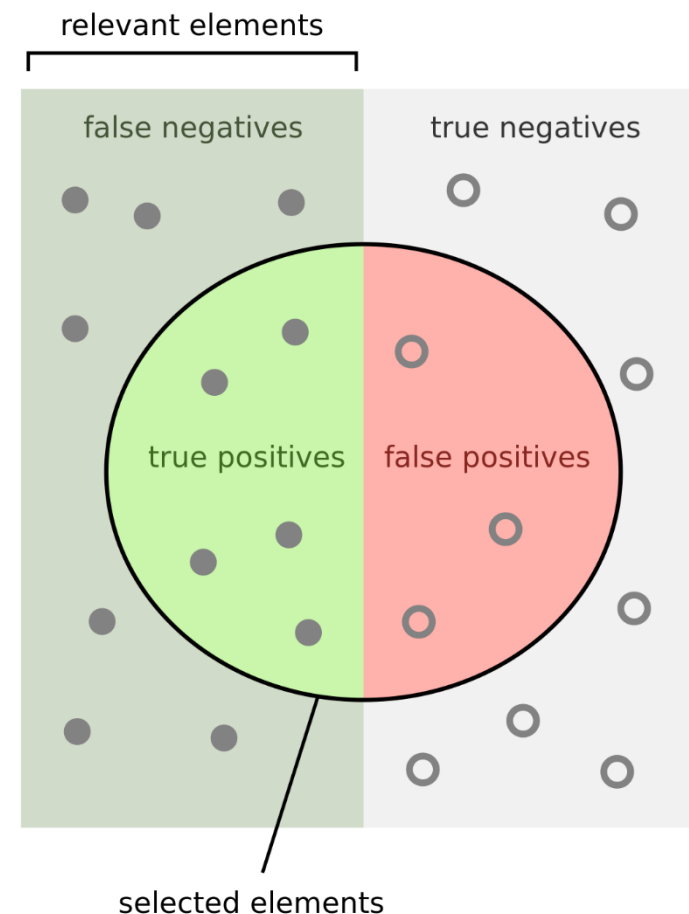


Comparisons

Etiquetado

En imágenes, los datos pre-procesados y útiles (para el problema de clasificación) deben estar compuestos por un ejemplo (la imagen de un tamaño y rango de color específico) y una etiqueta (la clase a la que pertenece tal ejemplo).

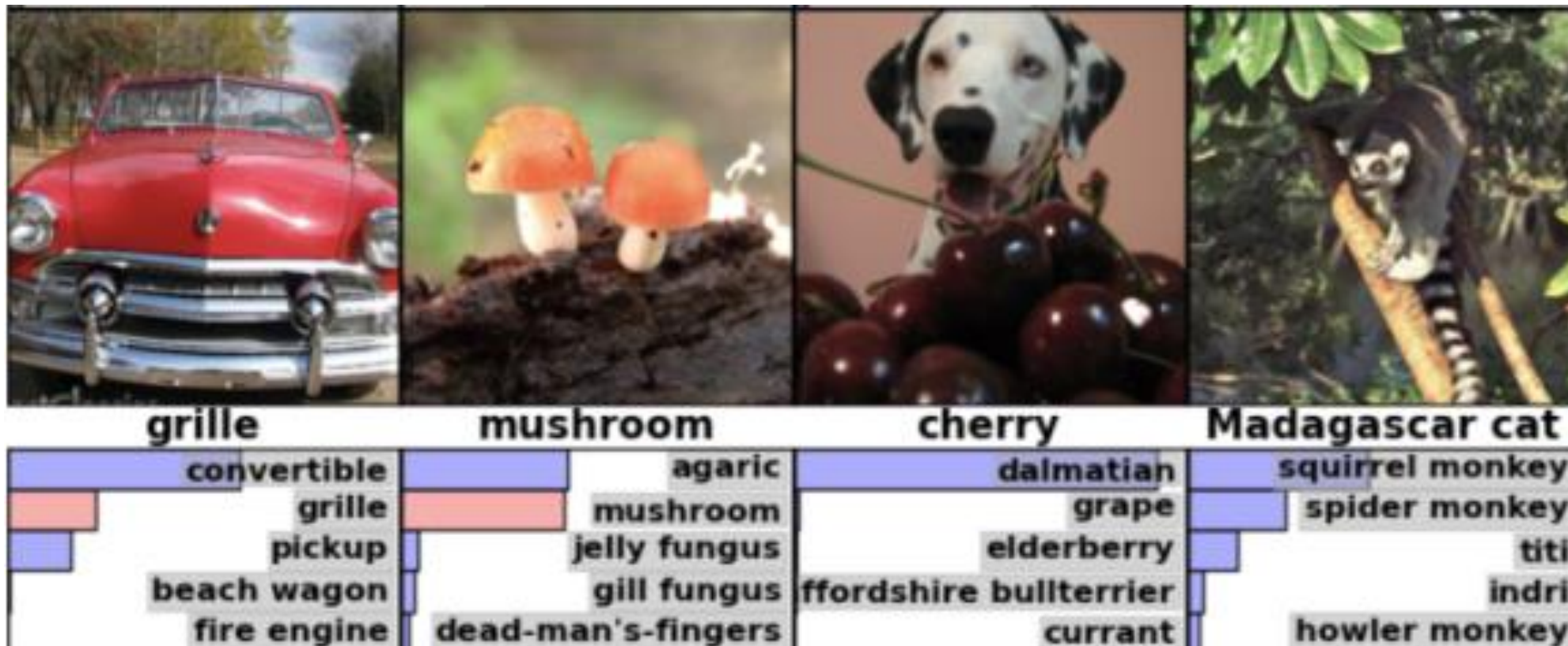
Una etiqueta errada de los ejemplos nos llevaría a tener dato que impediría a nuestro modelo alcanzar su máximo potencial.



Etiquetado



Etiquetado



Etiquetado

En el proceso de clasificación de imágenes es importante que nuestros datos etiquetados cumplan una distribución igual o parecida entre ellos.

Es decir, que nuestras clases tengan el mismo número de ejemplos con la misma desviación estándar en la información de las imágenes.

Image classification

Easiest classes

red fox (100) hen-of-the-woods (100) ibex (100) goldfinch (100) flat-coated retriever (100)



tiger (100)



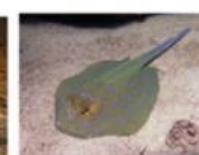
hamster (100)



porcupine (100)



stingray (100)



Blenheim spaniel (100)



Hardest classes

muzzle (71) hatchet (68) water bottle (68) velvet (68) loupe (66)



hook (66)



spotlight (66)



ladle (65)



restaurant (64)

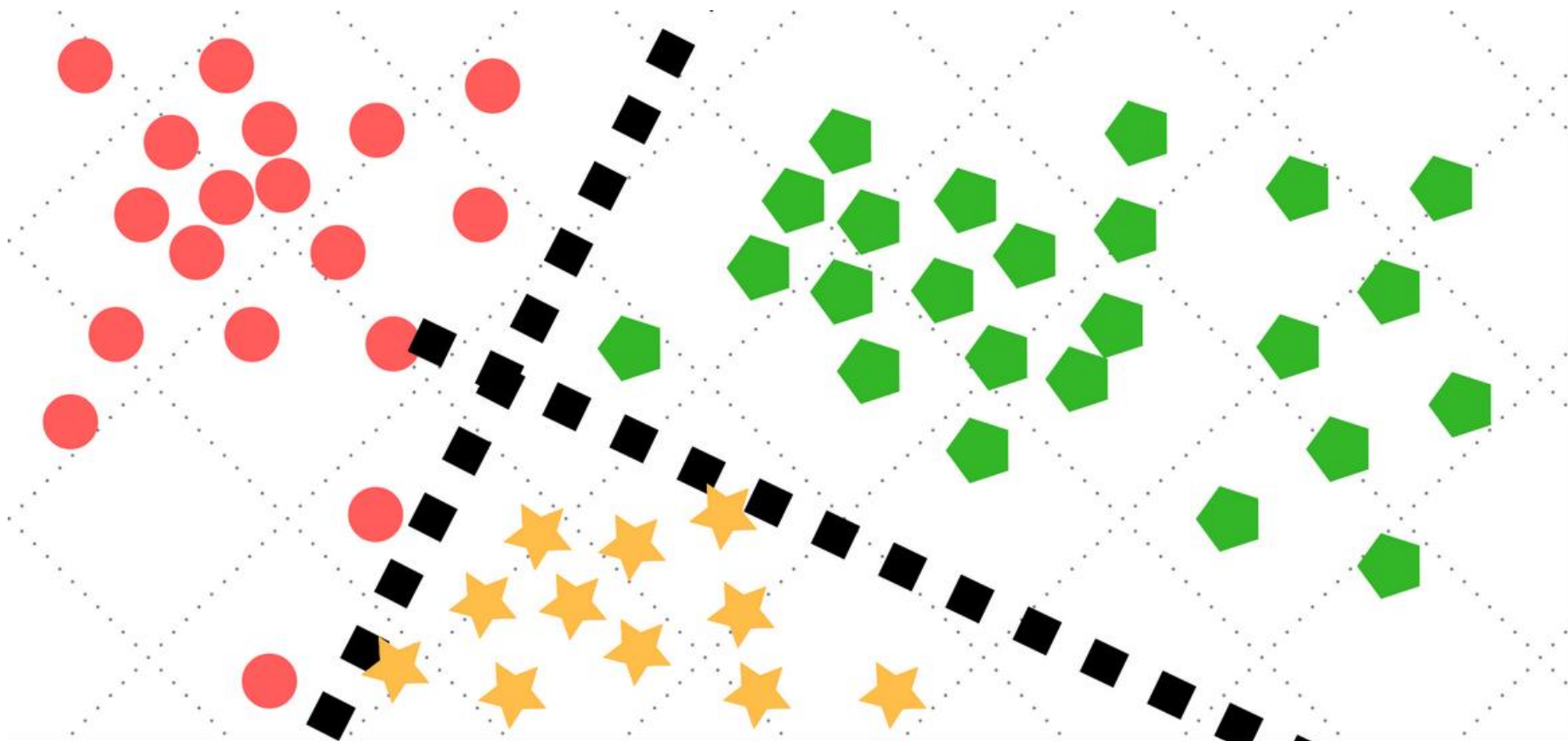


letter opener (59)



Etiquetado

Todo esto, con el fin de realizar tareas como:



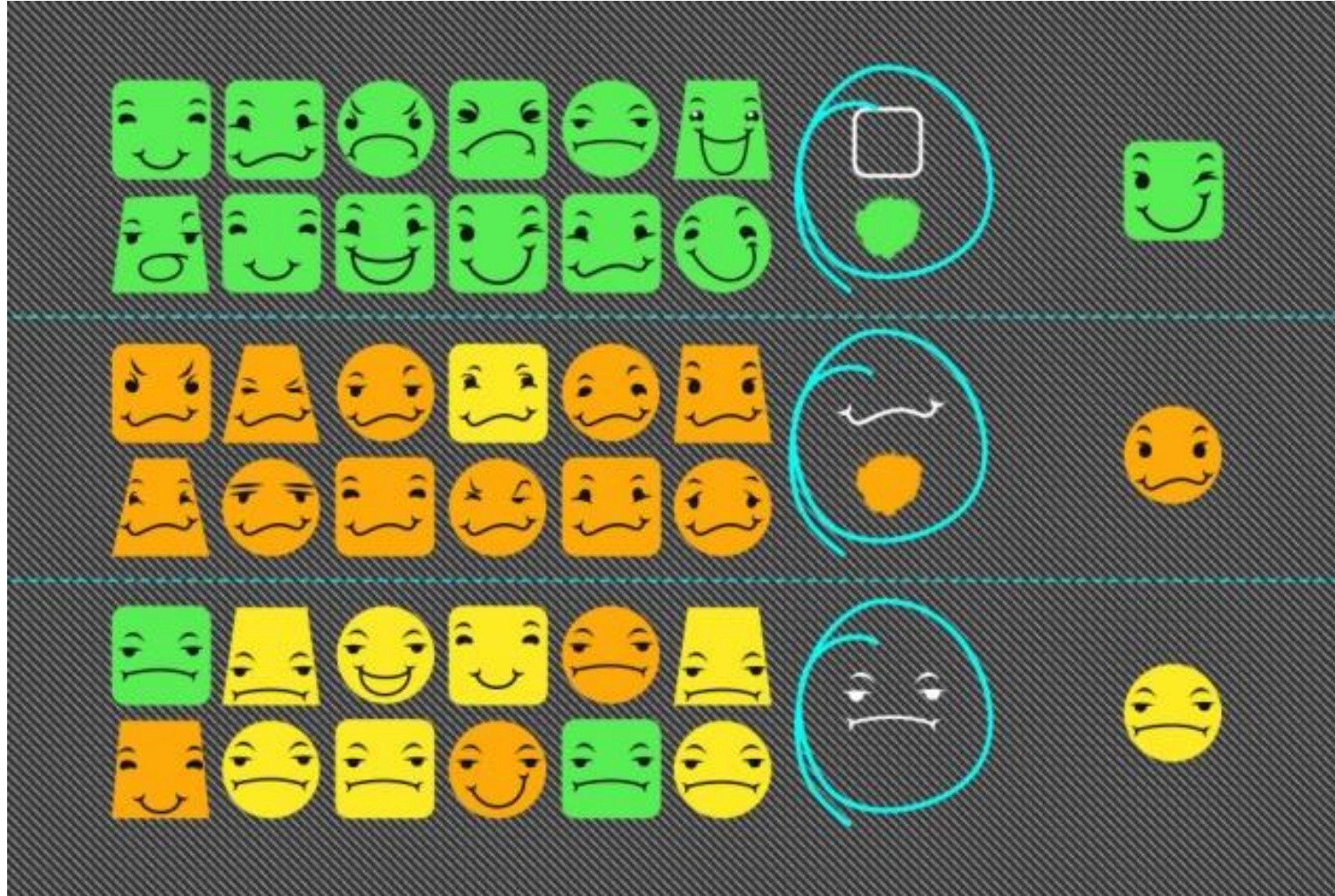
Etiquetado

Si el proceso de etiquetado no se realizó correctamente, este puede traer grandes consecuencias en el resultado final del modelo diseñado.



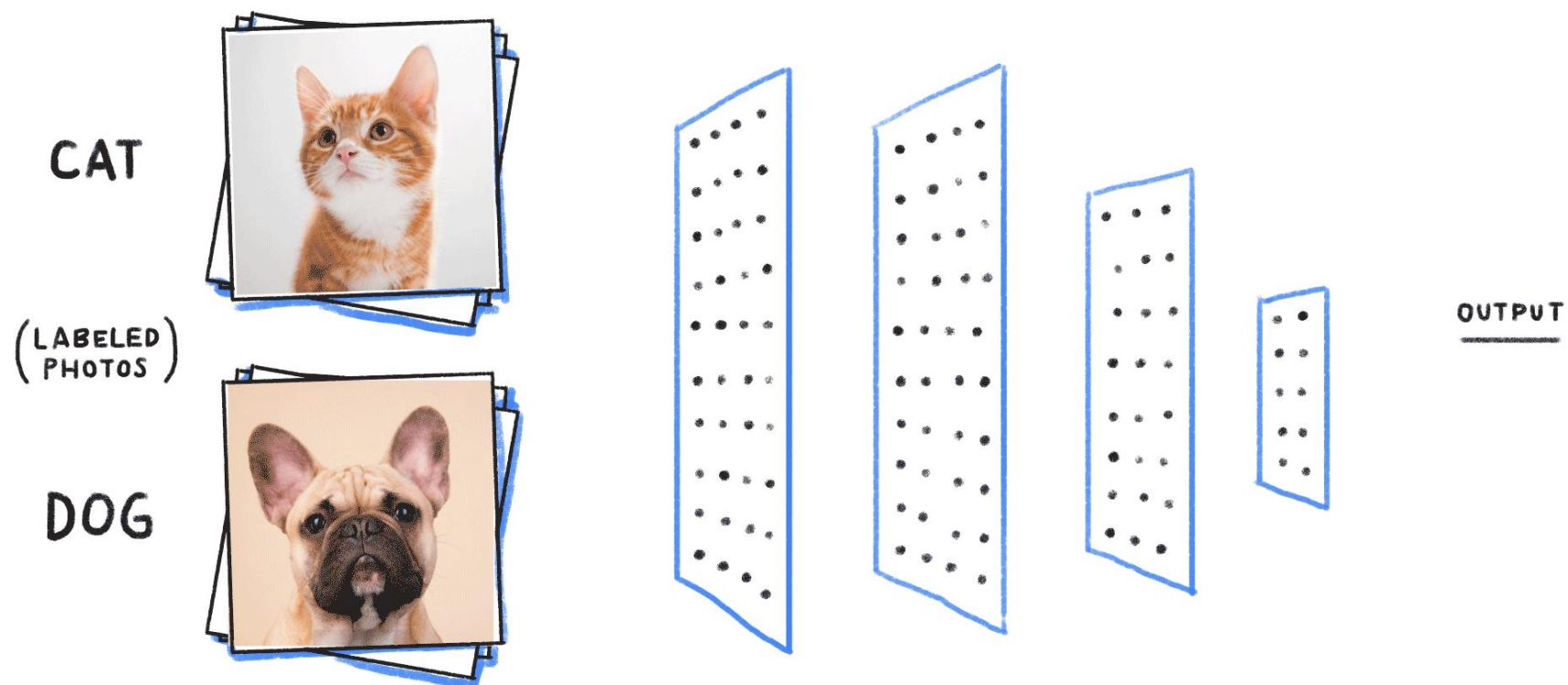
Ejemplos

Clasificación y Reconocimiento de Patrones



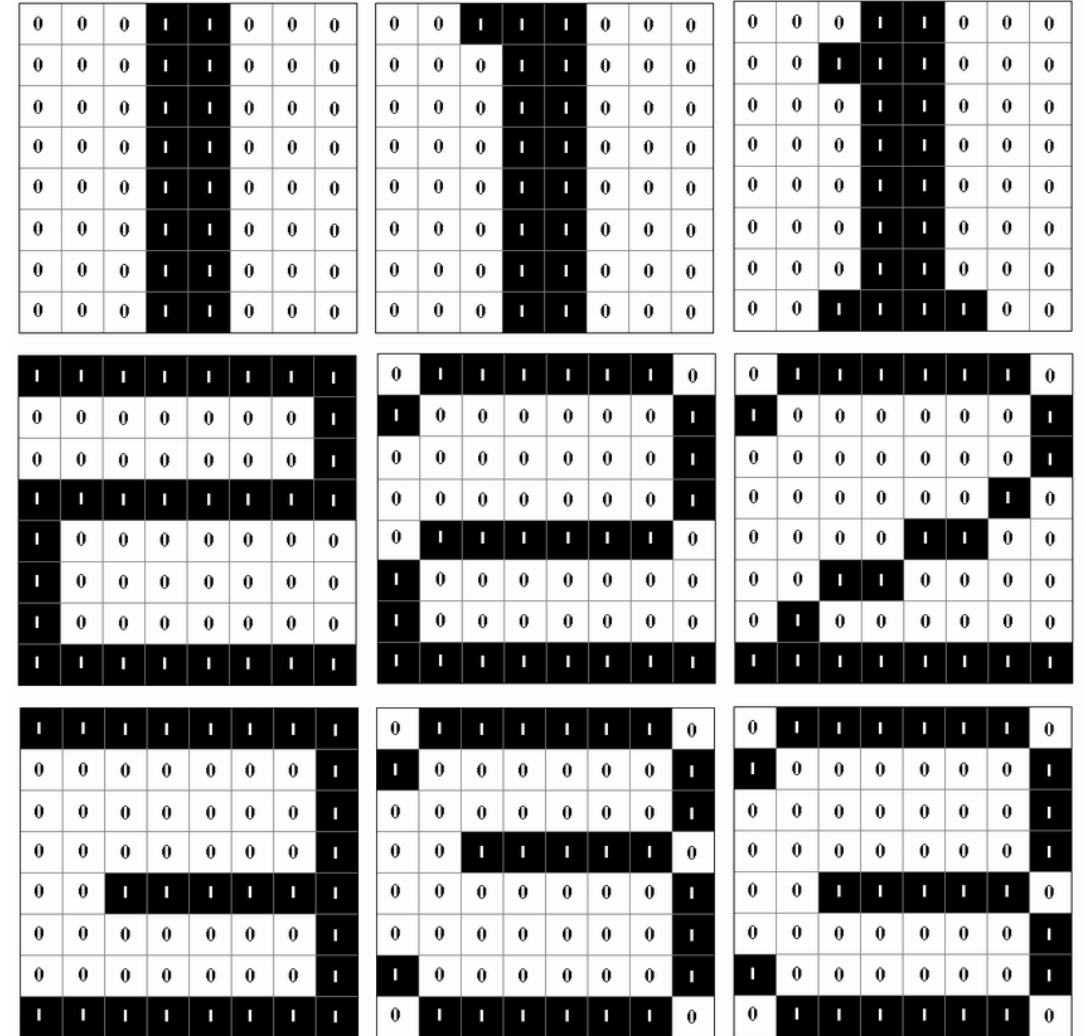
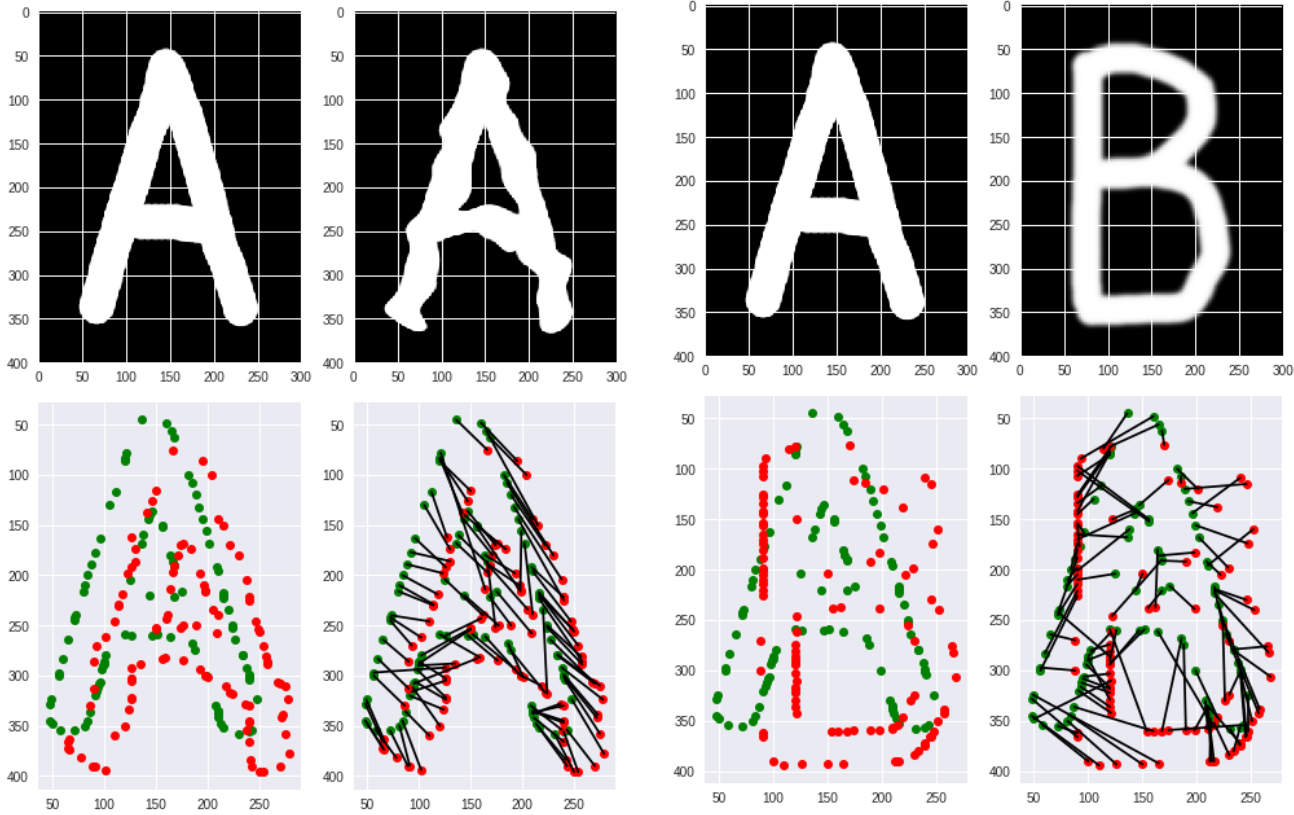
Ejemplos

Clasificación y Reconocimiento de Patrones



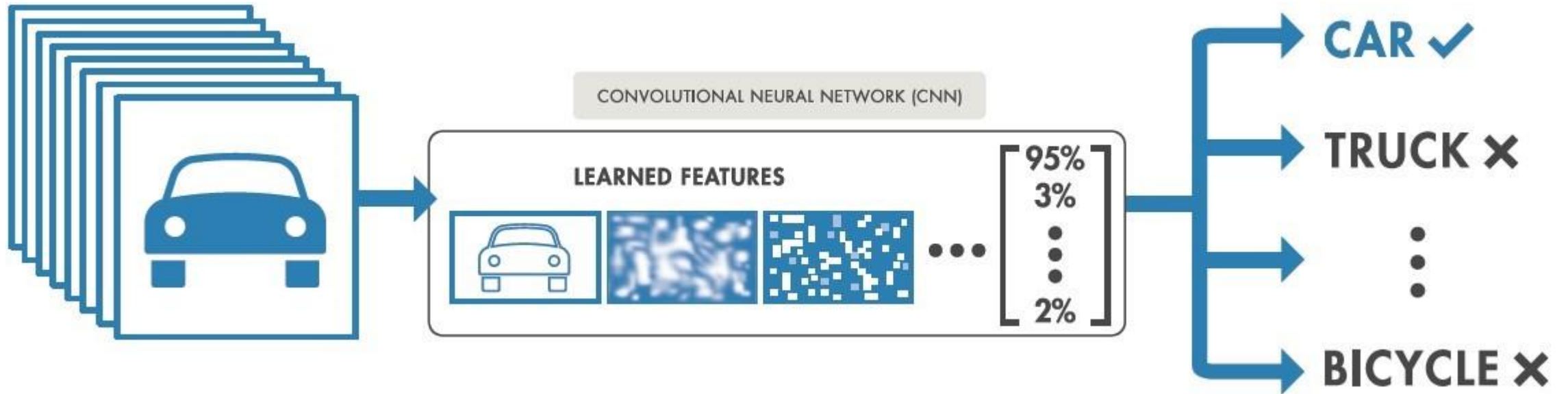
Ejemplos

Clasificación y Reconocimiento de Patrones

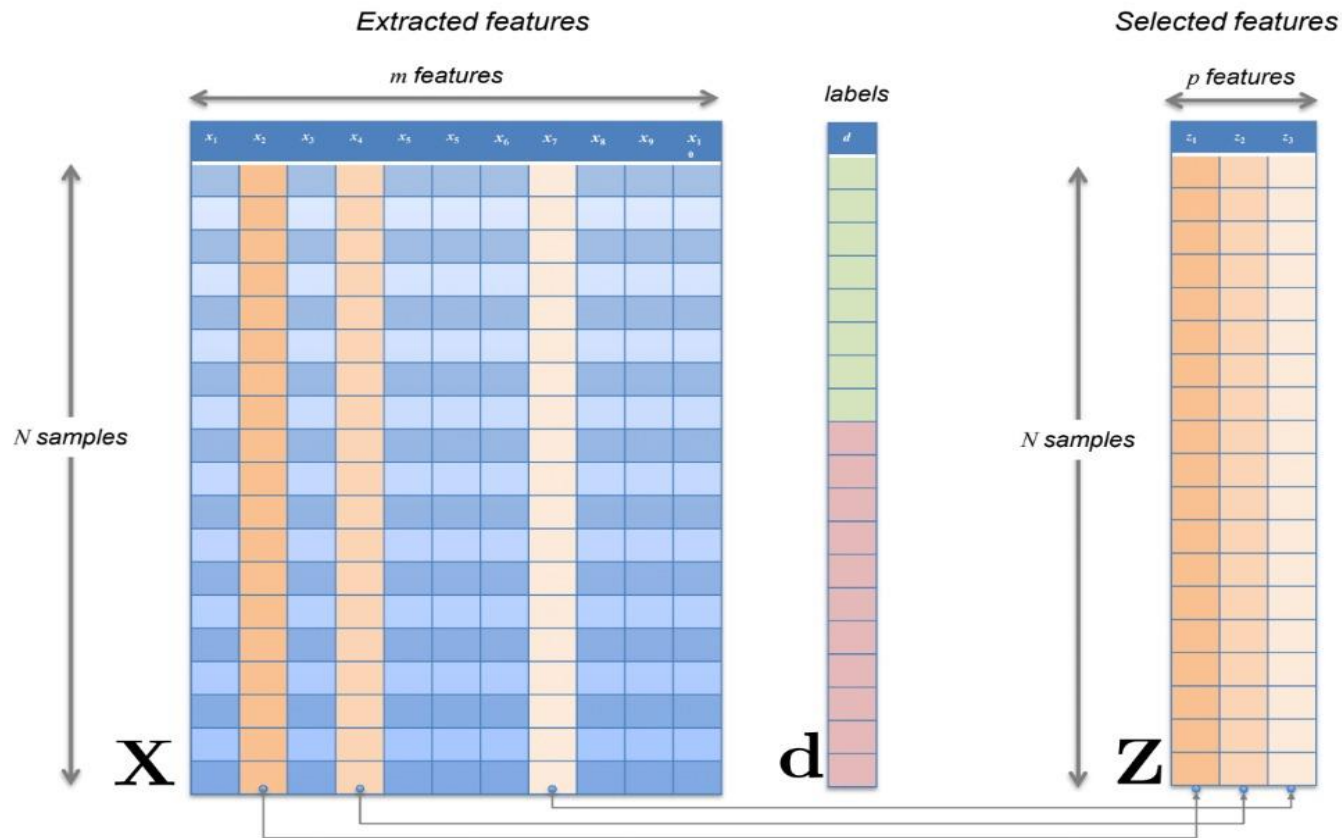


Ejemplos

Clasificación y Reconocimiento de Patrones



EXTRACCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS



- Para evitar características no descriptivas.
- Evitar características correlacionadas.
- Simplificar la etapa de pruebas.
- Evitar la maldición de la dimensionalidad
- Evitar falsas correlaciones.

RESUMEN

- Los objetivos del Reconocimiento de Patrones está relacionados con la elección del algoritmo más apropiado para el problema a resolver.
- Se precisa conocimiento a priori (distribución de los datos, complejidad del problema, física del fenómeno que generó los datos, etc).
- En ausencia de conocimiento a priori no hay ningún clasificador mejor que otro. Sin embargo con información a priori, algunos clasificadores funcionan mejor con ciertos tipos de problemas.
- El reto es entonces identificar el clasificador o la combinación adecuada para el problema a resolver.

Preguntas





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA