

Reconocimiento visual en tiempo real de las “señales de rampa” aplicadas a sistemas aéreos autónomos para operaciones en tierra.

Presentado por: **Miguel Ángel de Frutos Carro**

Director: **Dr. Antonio José Sánchez Rodríguez**

1 – RESUMEN Ejecutivo:

OBJETIVO:

Validador tecnológico para el reconocimiento y clasificación en tiempo real de la "señales de rampa" sobre un sistema embebido de aplicación para UAVs.

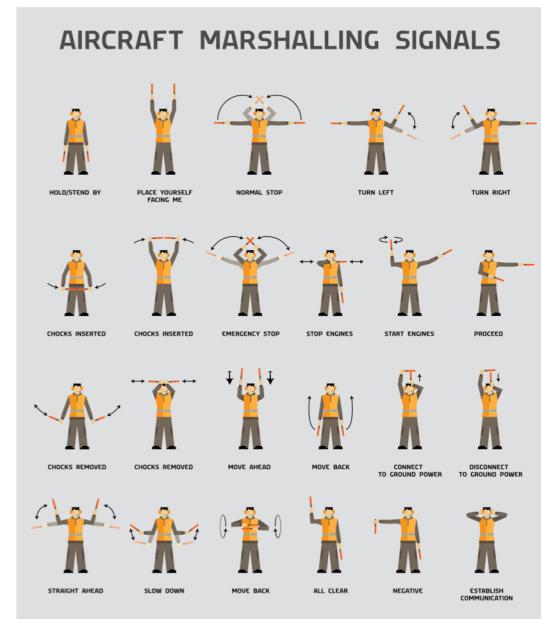
ESTRUCTURA PRESENTACIÓN:



- ✓ **Dominio del Problema:** ¿Qué queremos resolver?
- ✓ **Estado del Arte:** ¿Qué herramientas aplicables existen?
- ✓ **Propuesta Técnica:** CPM+ML
- ✓ **Materiales y Métodos.**
- ✓ Desarrollo de la **GUI**.
- ✓ Generación del **DATASET**.
- ✓ Evaluación Clasificadores: “**Random Forest**” vs “**ANN**”.
- ✓ **Benchmark:** Modelo CNN puro.
- ✓ **Discusión y Próximos pasos**
- ✓ **Video Solución (1min)**

2 – DOMINIO del Problema:

- ✓ **Entorno Aeroportuario:** Interacción Visual, Interacción Humano-Humano, Incidentes etc.
- ✓ **Estandarización y Reglamentos Internacionales (OACI, OTAN):** Colores, Luces, Gestos...
- ✓ **Señaleros /Aircraft Marshallsers /Shooters :** Funciones principales y Equipación.
- ✓ **Características básicas:** Número, Extremidades superiores, Espacial vs Temporal, Distinguibles.
- ✓ **Factores Comunicación:** Emisor/Receptor, Unidireccional, Libre de contexto, canal Visual, Ruido...
- ✓ **Reto Tecnológico:** Vehículos autónomos y **MUT** (Manned Unmanned Teamig)



3 – Estado del Arte:

Interacción HUMANO - ROBOT

- ✓ Controles Remotos vs Sistemas Inteligentes: NLP, Visual Recognition...
- ✓ Factores de comunicación: Canal, Ruido, Contexto...
- ✓ Área de interés: Industrial, Socio sanitario, Vehículos Autónomos ...

Reconocimiento GESTOS

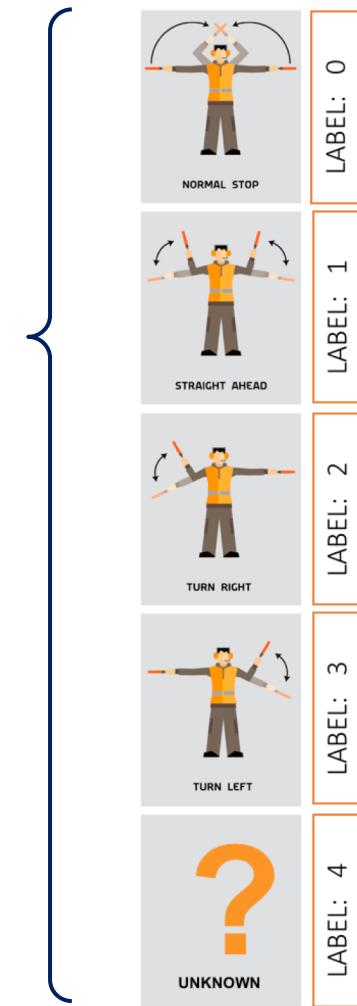
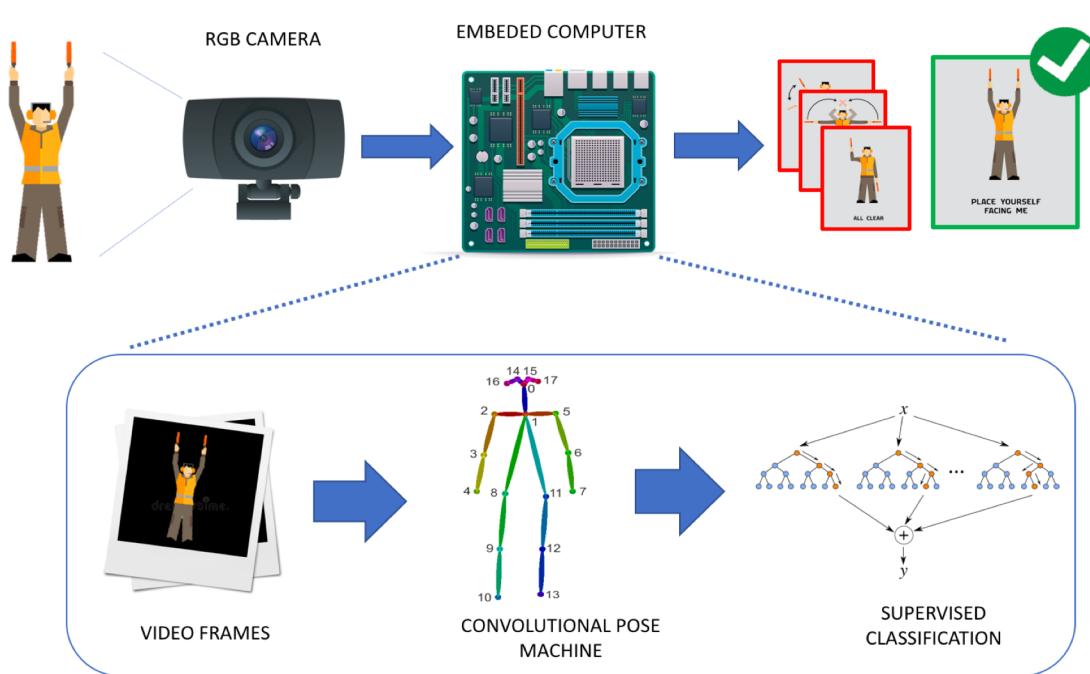
- ✓ Técnicas Colaborativas vs NO-colaborativas.
- ✓ Área de interés: Cuerpo completo vs Zona específica
- ✓ Información Espacial vs Temporal.

VISIÓN Artificial

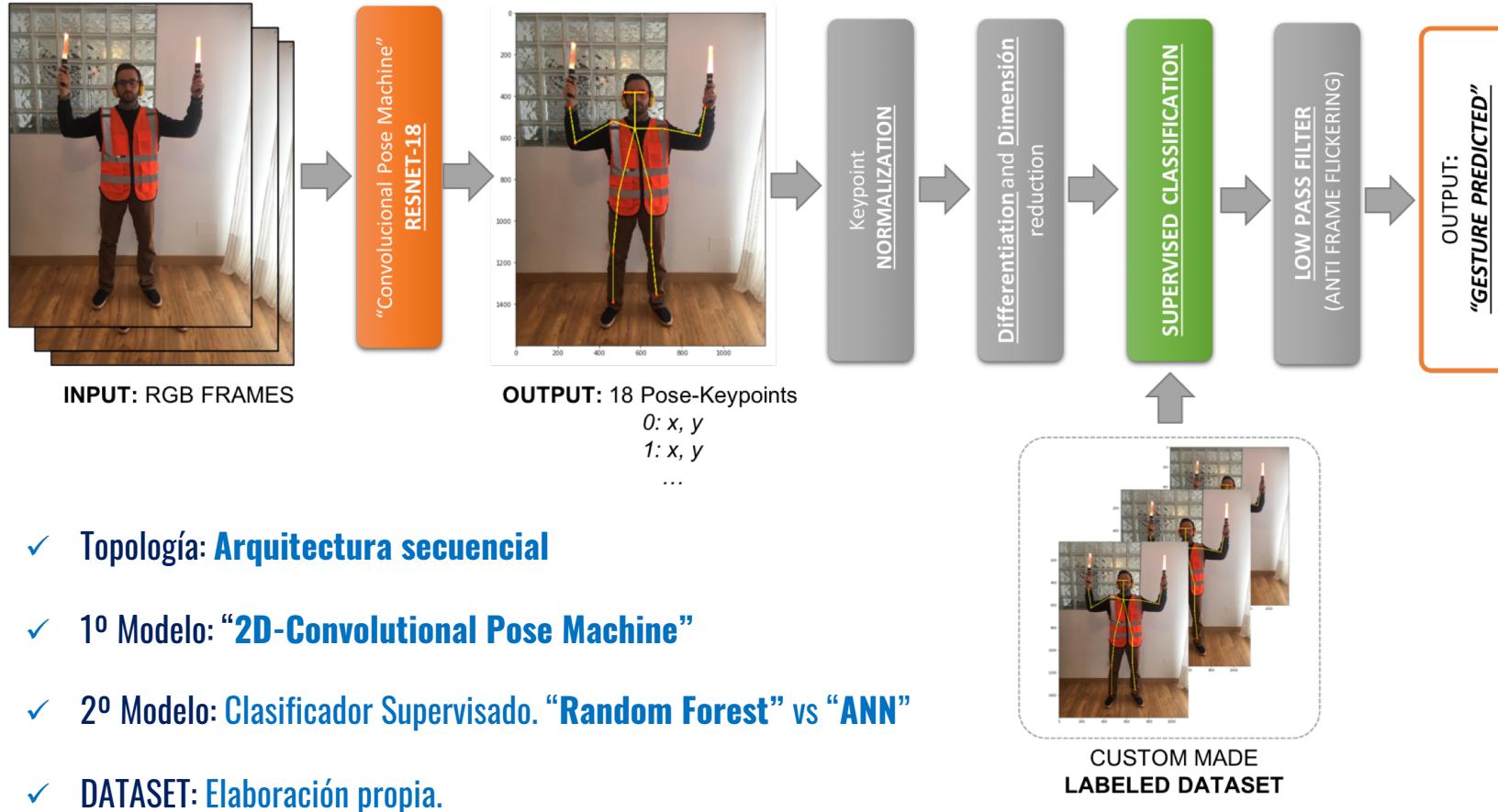
- ✓ Métodos Tradicionales: Ondícula HAR; Histograma HOG..
- ✓ Nuevos enfoques basados en REDES CONVOLUCIONALES
- ✓ CPM: Convolutional Pose Machines.
- ✓ DATASETs disponibles.

4 – Propuesta TÉCNICA:

- ✓ CÁMARA RGB apuntando hacia Operador.
- ✓ ORDENADOR EMBEBIDO ejecutando SW en Tiempo Real.
- ✓ Capacidad para reconocer 5 CATEGORÍAS diferentes.
- ✓ Resultado: Gesto más PROBABLE.

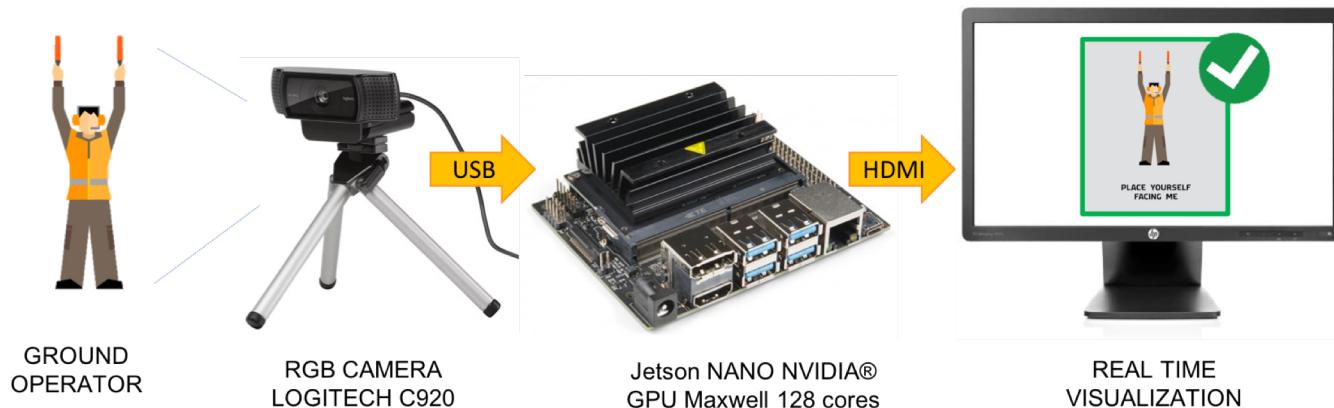


4 – Propuesta TÉCNICA:



5 – Materiales y Métodos:

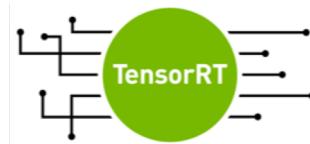
✓ Recursos **HARDWARE**:



✓ Recursos **SOFTWARE**:



- Python 3.8
- Jupyter Notebooks



- JetPack 4.3
- Tensor RT Pose Estimation



- Repositorio Público
- DATASET
- Source Code

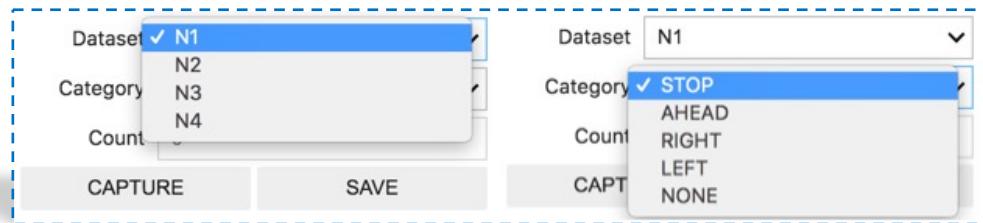
6 – Desarrollo GUI SW:



- ✓ Desarrollado sobre **Jupyter Notebook**. Librería ipyWidgets
- ✓ **GUI** útil para: **Desarrollo, Validación y Mantenimiento**.
- ✓ 2 Funcionalidades: **CAPTURA DATSET** y **EJECUCIÓN EN VIVO**
- ✓ 3 Secciones claramente diferenciables.

7 – Generación DATASET:

- ✓ Voluntarios: **2 varones y 1 mujer.**
- ✓ **4857** ejemplos etiquetados.
- ✓ **970 muestras** por cada gesto.
- ✓ Información **anonimizada**.
- ✓ Post-procesado y exportación a CSV.
- ✓ Acceso público.



	noseX	noseY	left_eyeX	left_eyeY	right_eyeX
1	0.4751974940299988	0.2783983051776886	0.49778932332992554	0.25115981698036194	0.45600947737693787
2	0.47904425859451294	0.2716333270072937	0.500649631023407	0.24567170441150665	0.4594314992427826
3	0.4751324951648712	0.2660582959651947	0.49948740005493164	0.24731293320655823	0.45695000886917114
4	0.4771643280982971	0.2760014235973358	0.5003176927566528	0.2504390478134155	0.45732882618904114
5	0.47596102952957153	0.262143075466156	0.4991268813610077	0.24339225888252258	0.45733410120010376

8 – Clasificación: RANDOM FOREST

✓ Modelo tipo “**bagging**”: ensamble de Árboles de decisión.

✓ Alta capacidad **predictora** y **fácil entrenamiento**.

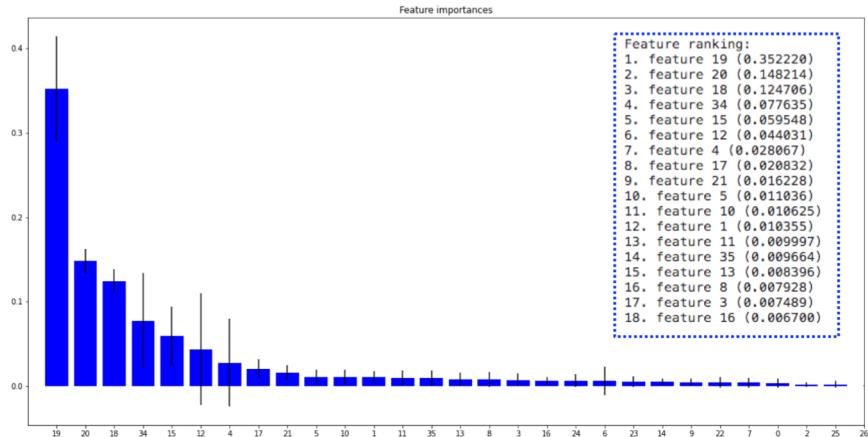
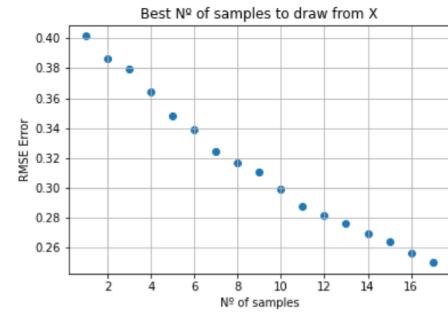
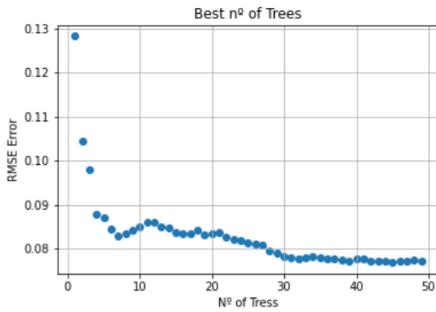
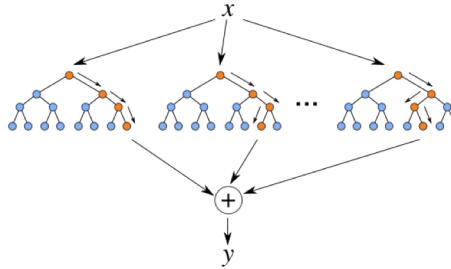
✓ Incluso en **DATSAETS pequeños**.

✓ **Fracción aleatoria** de muestras/variables.

✓ “**Out-of-the-Bag**” como fácil KPI

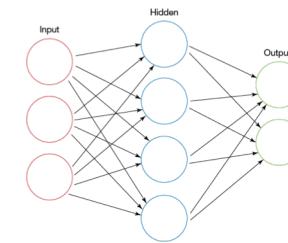
✓ **Hiperparámetros clave:** **nº árboles y nº variables**

✓ Variables más **descriptoras**. Mejora criterio de corte

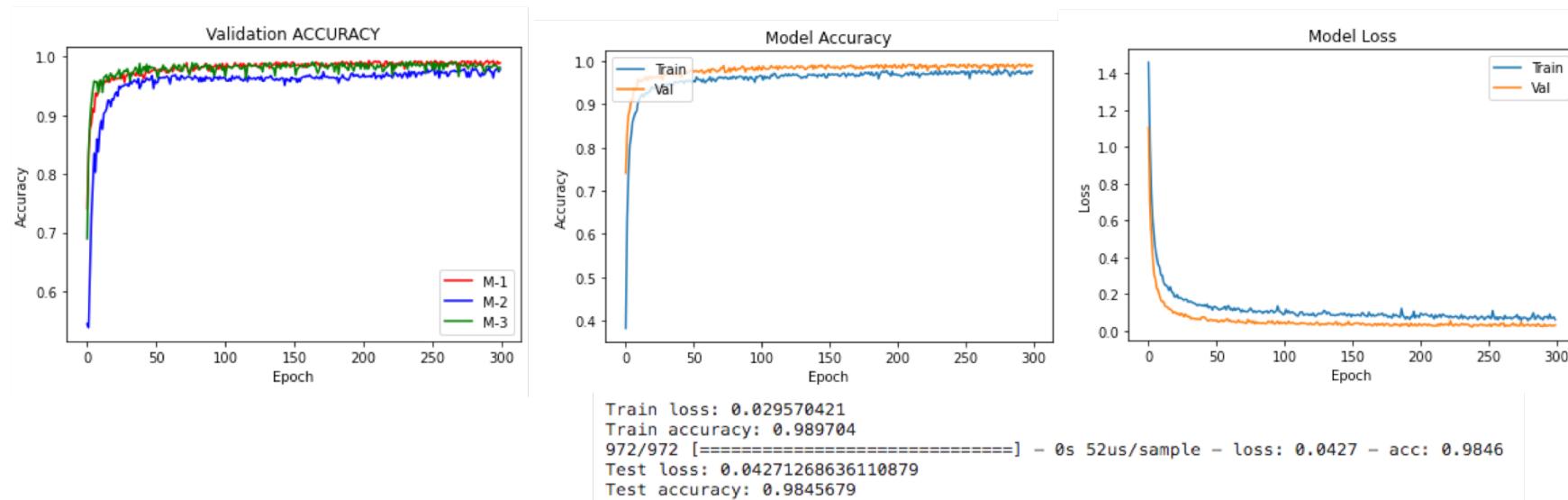


9 – Clasificación: RED NEURONAL ARTIFICIAL

- ✓ ANN Multi-Capa, Prealmnetada y Densa.
- ✓ Excelente aproximador universal. **Fácil sobreajuste**
- ✓ Múltiples Topologías e Hiperparametros.



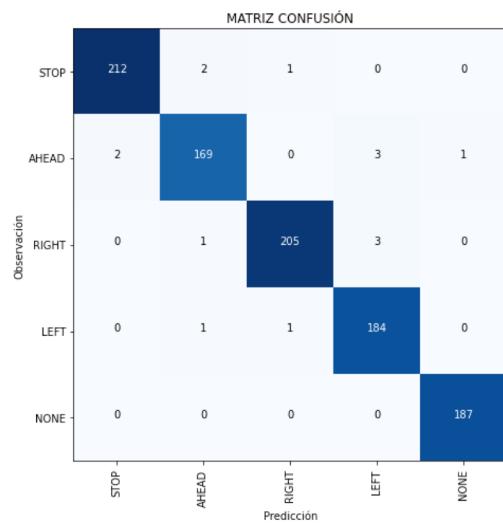
- **INPUT: 36 neuronas.**
- **OUTPUT: SOFTMAX de 5 categorías autoexcluyentes**
- **OCULTAS: 2 Capas con regularización DOPOUT 50%**
- Función activación **ReLU**, Optimizador **ADAM**.
- **M1: 128 neuronas. M2:32 /M3:256**



10 – Comparación: “Accuracy” y “F-Score”

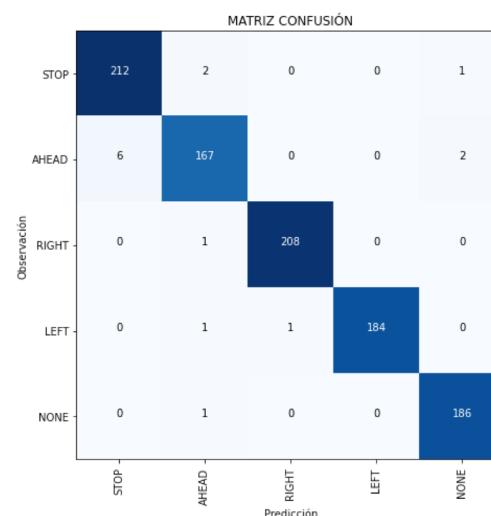
✓ RANDOM FOREST.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.99	0.99	214
1	0.97	0.98	0.97	173
2	0.98	0.99	0.99	207
3	0.99	0.97	0.98	190
4	1.00	0.99	1.00	188
accuracy			0.98	972
macro avg	0.98	0.98	0.98	972
weighted avg	0.98	0.98	0.98	972



✓ RED ARTIFICIAL.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.99	0.97	0.98	218
1	0.95	0.97	0.96	172
2	1.00	1.00	1.00	209
3	0.99	1.00	0.99	184
4	0.99	0.98	0.99	189
accuracy			0.98	972
macro avg	0.98	0.98	0.98	972
weighted avg	0.98	0.98	0.98	972



GPU - OPTIMIZACIÓN

12 FPS - EJECUCIÓN TIEMPO REAL



11 – Benchmark: Modelo CNN puro

✓ Nueva Topología: **MODELO ÚNICO**.

✓ Basado en **RED CONVOLUCIONAL**.

✓ Empleamos "**Transfer Learning**".

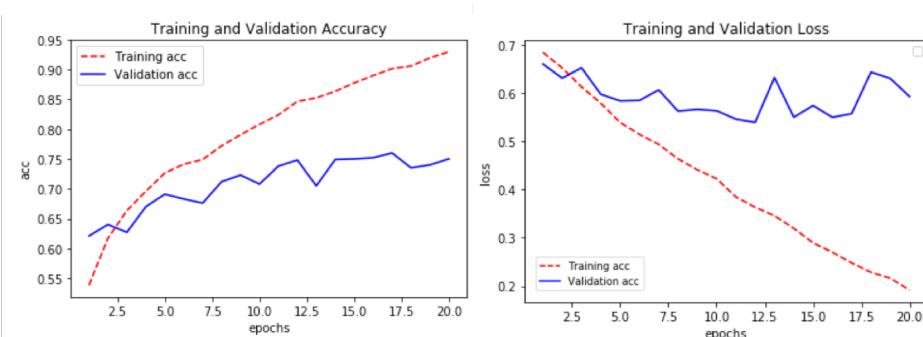
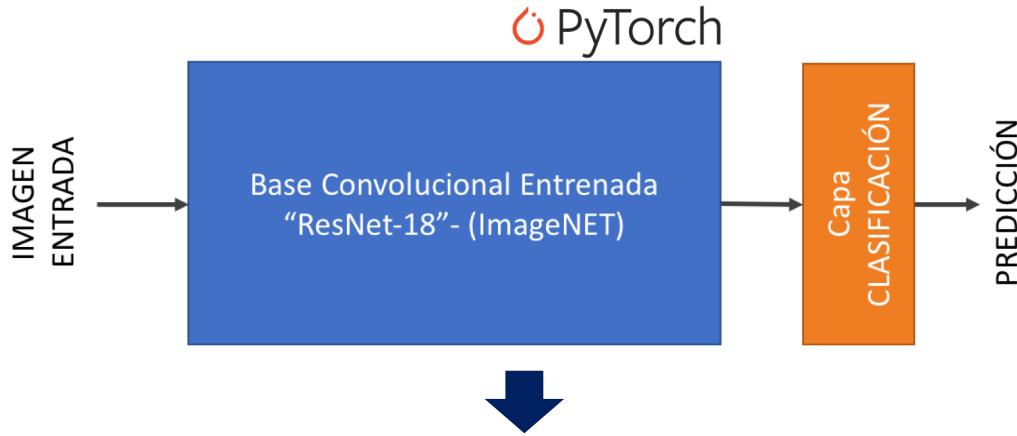
✓ Re-entrenamos **ÚLTIMA CAPA**

✓ Nuevo **DATASET** de **500** muestras

✓ Empleamos "**Data Augmentation**".

✓ Funcional pero muy **SOBREAJUSTADA**.

✓ No **ROBUSTA**. Muy dependiente del fondo.



12 – Discusión y Próximos pasos:

- ✓ Objetivo **CUMPLIDO**: Validador tecnológico operativo, embarcable (<200gr) y funcional.
- ✓ Se han presentado **2 arquitecturas diferentes y 2 modelos de clasificador: RF y ANN**.
- ✓ Se ha generado un **DATASET** público de **4857 muestras** (y 2 privados)
- ✓ **Mejores prestaciones** sobre **CPM+ANN** (optimizada para GPU*)
- ✓ Caso de uso de Arquitectura CNN: **OPERACIÓN NOCTURNA**.
- ✓ Próximos pasos: **Topología en PARALELO**. Más robusta y escalable.



Máster Universitario en Inteligencia Artificial- ESIT
Universidad International de la Rioja - UNIR

GRACIAS



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
DE LA RIOJA

unir

MADRID - 2020