

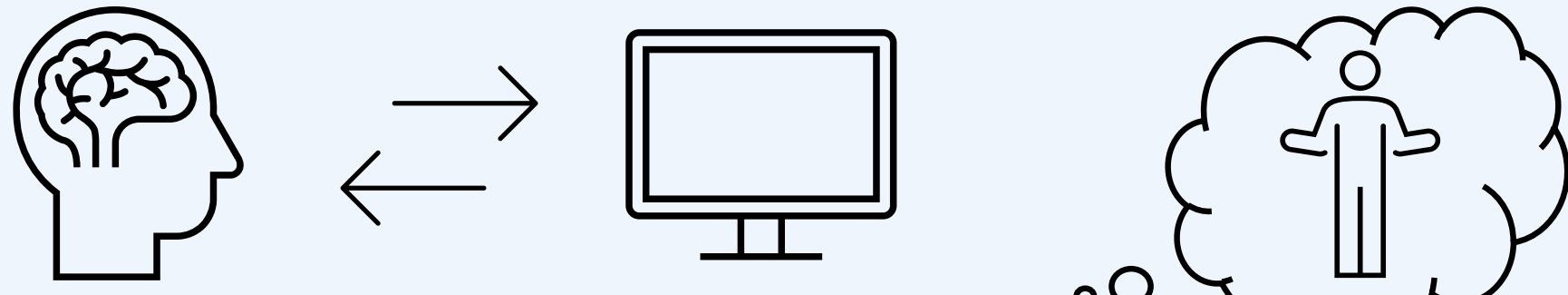
Procesado *on the edge* de señales EEG para reconocimiento de tareas de imaginación motora

Daniel Enériz, Ana Caren Hernández-Ruiz, Nicolas Medrano, Belen Calvo

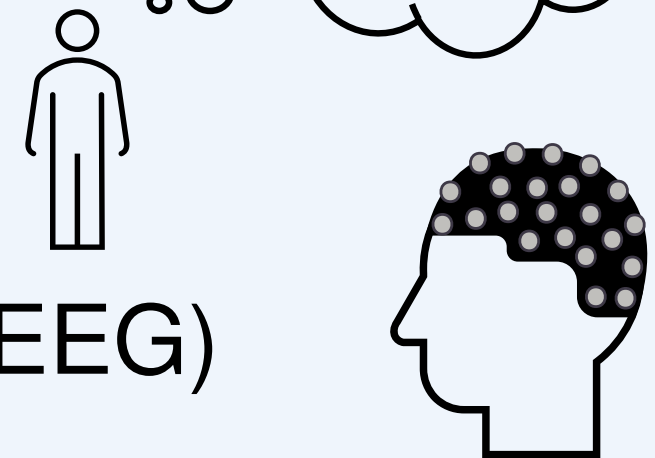
{eneriz, anaacaren, nmedrano, becalvo}@unizar.es, Grupo de Diseño Electrónico (GDE-I3A)

Introducción

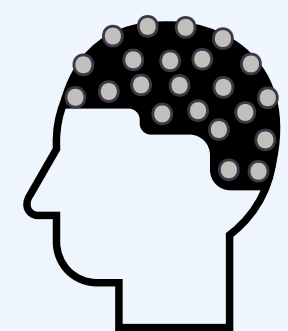
- Brain-Computer Interface (BCI)



- Motor Imagery (MI)



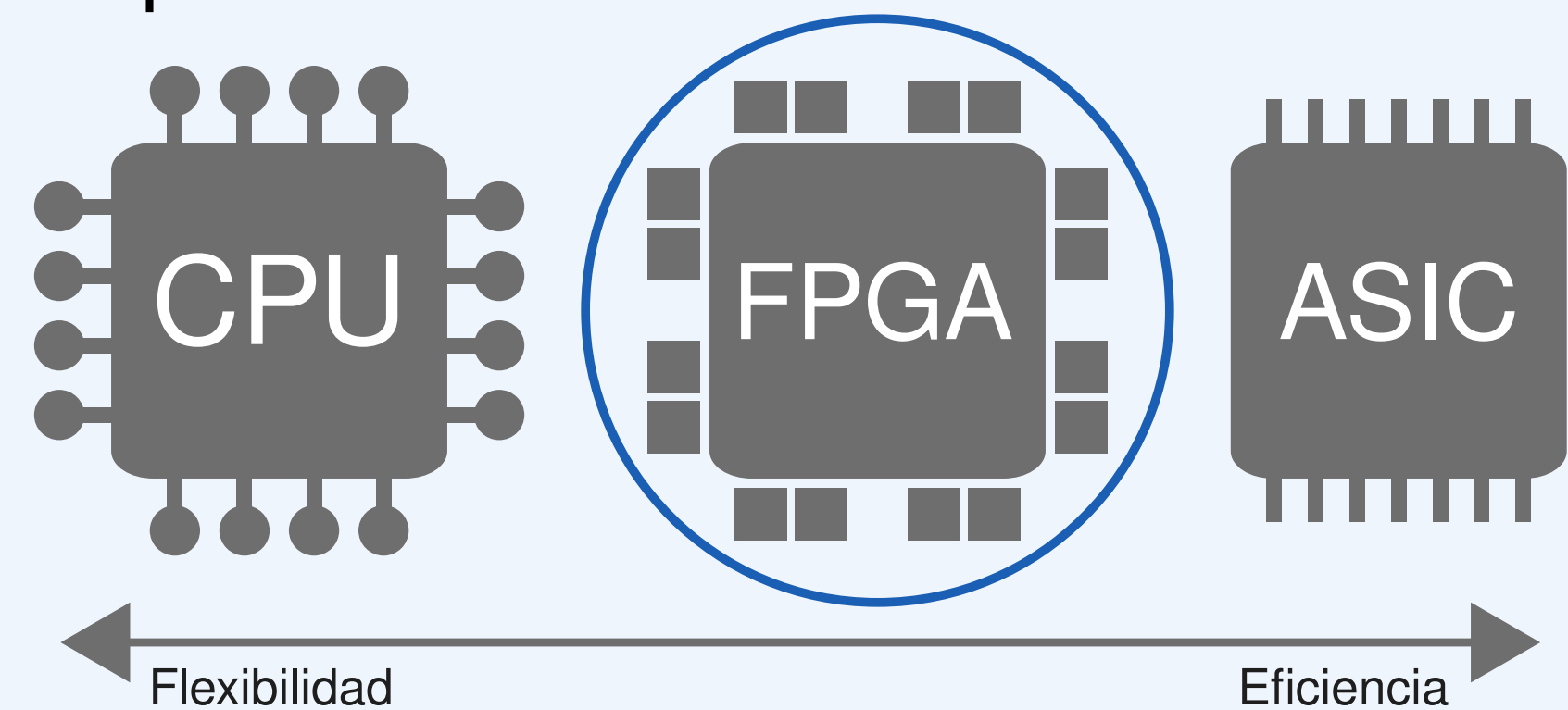
- Electroencefalograma (EEG)



- Procesado:

Feature Extractor + *Classifier*
Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

- Soporte Hardware:



Dataset

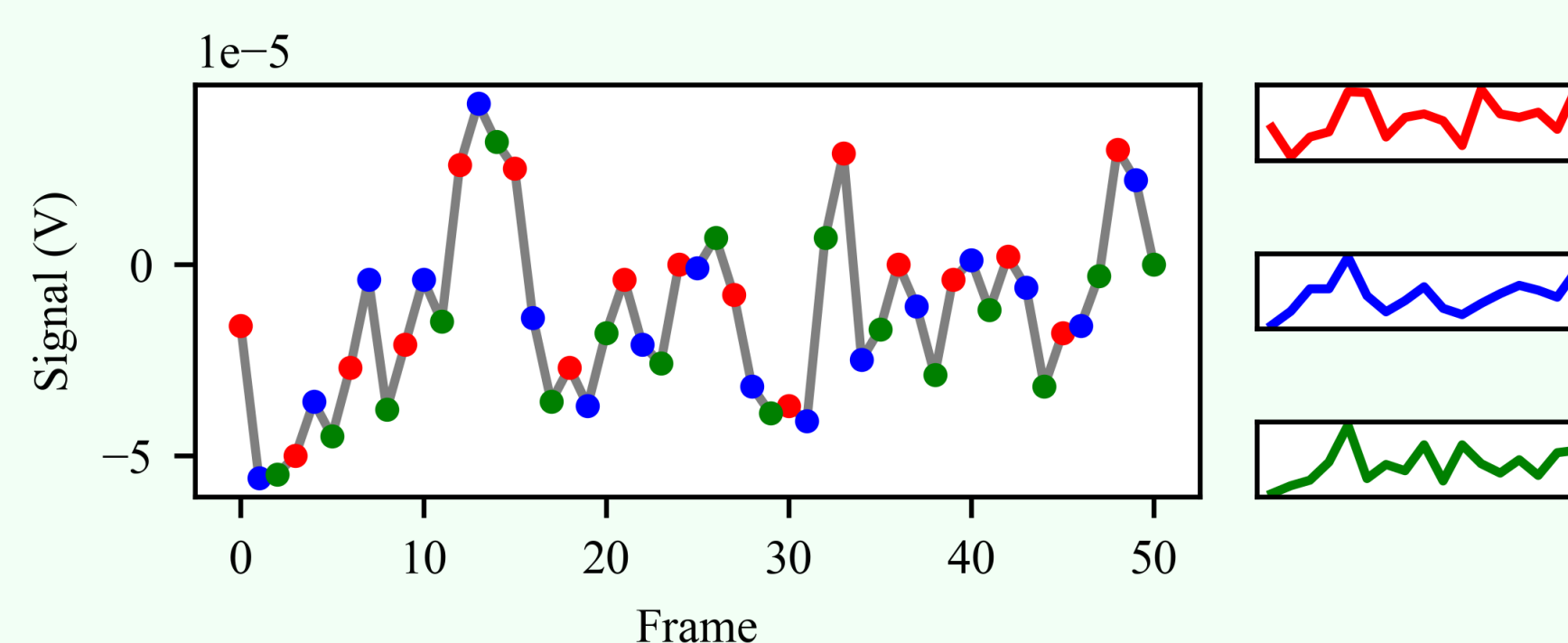
- *Physionet Motor Movement/Imagery*:

- 109 sujetos
- 64 canales EEG
- 4 clases: L/R/O/F
- 3 escenarios
- 21 muestras/clase
- 160 Hz



- Parámetros reducción del dataset:

- Ventana temporal T
- Número de canales N_{chan}
- Downsampling* $ds \rightarrow$ *Data augmentation*



Implementación

- Xilinx Zynq 7010:

- PL: 28K CLBs, 17.6K LUTs, 35.2K FFs, 2.1Mb BRAM, 80 DSP
- PS: ARM Cortex-A9 @ 667MHz
- Red Pitaya STEMLab 125-10

- Descripción algorítmica: C/C++

- Datos de punto fijo: (16,8)

- Resultados de síntesis:



T (s)	ds	Lat. (ms)	FF (%)	LUTs (%)	BRAM (%)	DSPs (%)
3	1	87.50	29.12	28.01	152.50	18.75
	2	25.42	28.97	28.05	84.17	17.50
	3	12.43	28.40	27.55	84.17	17.50
2	1	58.33	29.22	27.98	150.83	18.75
	2	16.95	29.07	28.02	82.50	17.50
	3	8.29	28.39	27.49	48.33	17.50
1	1	29.17	28.97	27.98	82.50	17.50
	2	8.48	28.86	27.85	48.33	17.50
	3	4.14	28.16	27.38	31.67	17.50

- Simulación HLS modelo global con $T=3$, $ds=2$: Accuracy 65.45%, pérdida del 0.11%

Arquitectura, validación y entrenamiento

- Adaptación de la EEGNet:

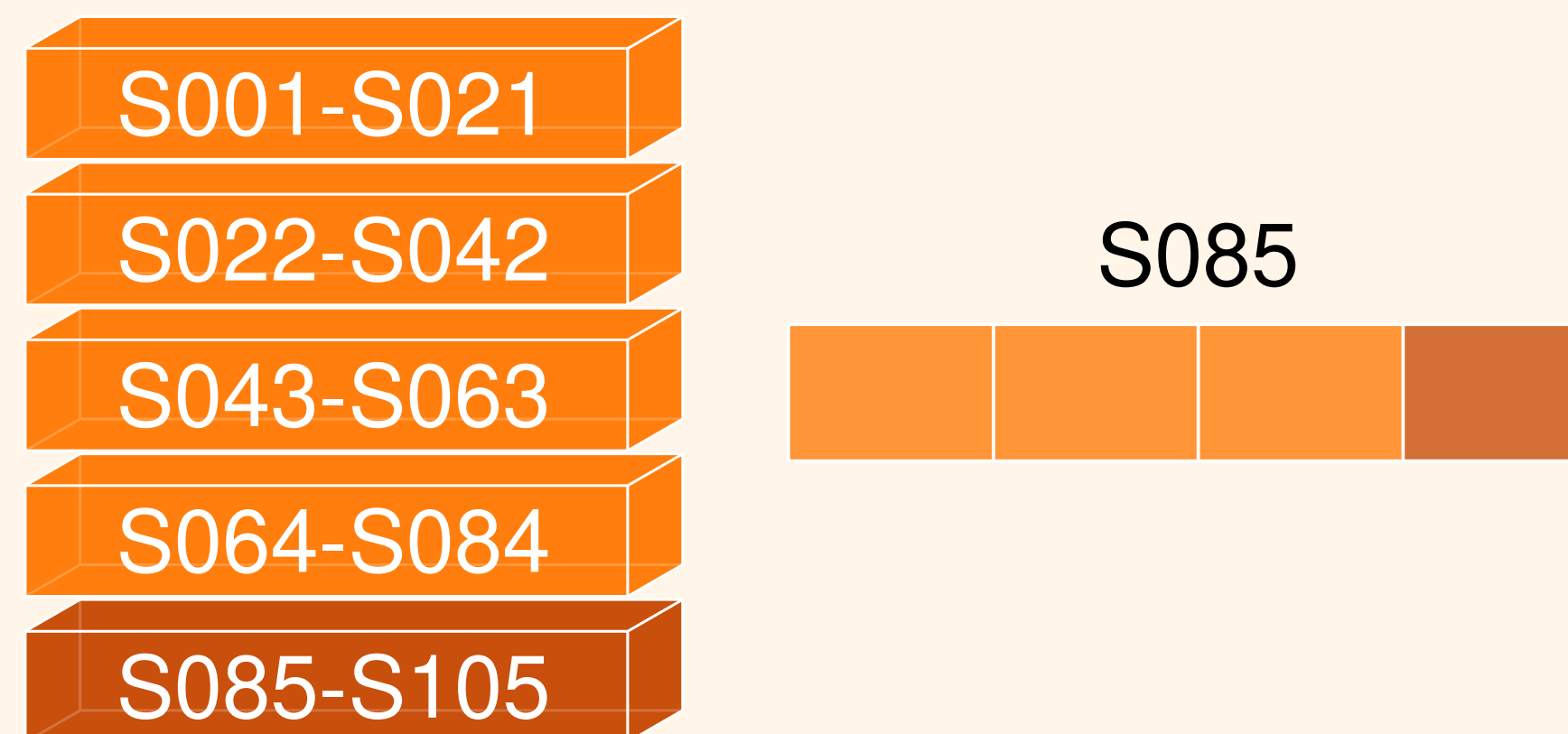
- Sustitución de las ELUs por LReLU
- Ajuste de las alfas de las LReLU
- Elinación de Dropout y BatchNorm.

- Validación, dos tipos de modelos:

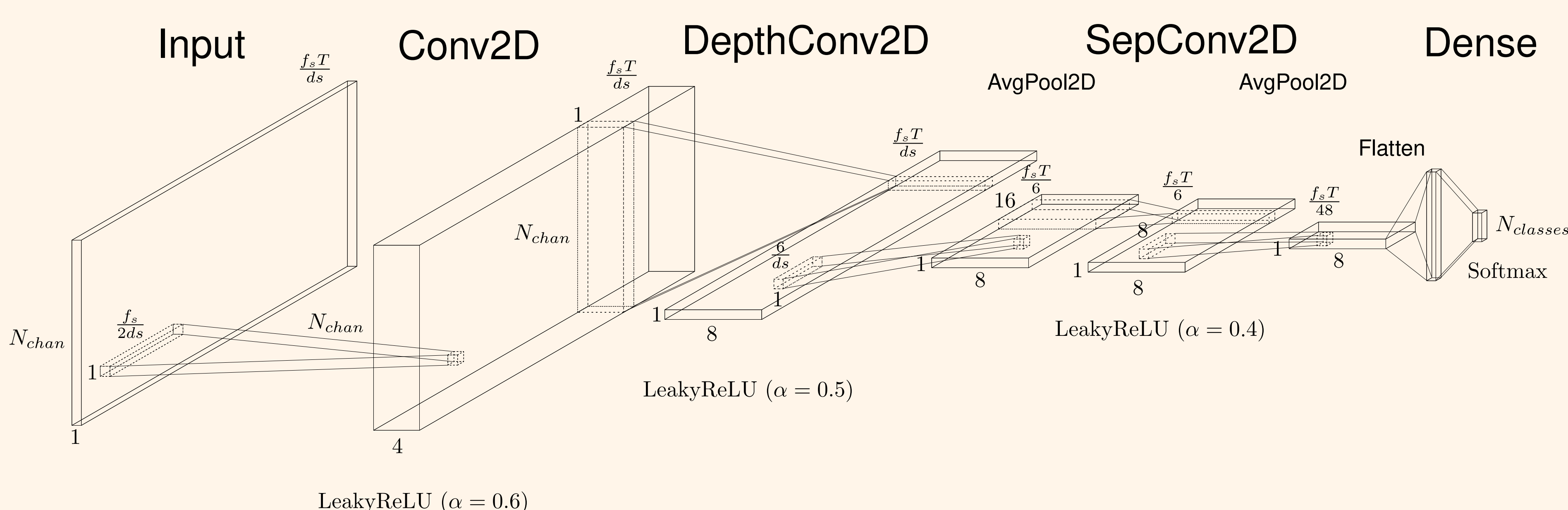
- Global: Cross Validation 5-fold (sujetos)
- Subject specific: Transfer Learning* CV 4-fold (muestras)

- Entrenamientos (Adam):

- Global: 100 épocas, BS 16, LR scheduler
- SS: 5 épocas, BS 16, LR = 10^{-2}



N_{clases}	Dose et al Wang et a				Este trabajo			
	Globa	SSTL	Globa	SSTL	Globa	SSTL	Globa	SSTL
2	80.38	86.49	82.43	84.32	83.11	87.46	82.52	93.11
3	69.82	76.25	75.07	80.07	75.74	83.26	75.34	93.21
4	58.59	68.51	65.07	70.83	65.71	74.31	65.56	89.21



Conclusiones

- Modelo para el reconocimiento de tareas de MI a partir de EEG

- Adaptación de la EEGNet que mejora el estado del arte en el dataset Physionet Motor Movement/Imagery

- Parámetros de reducción: Control del tamaño del modelo

- Uso del downsampling como data augmentation

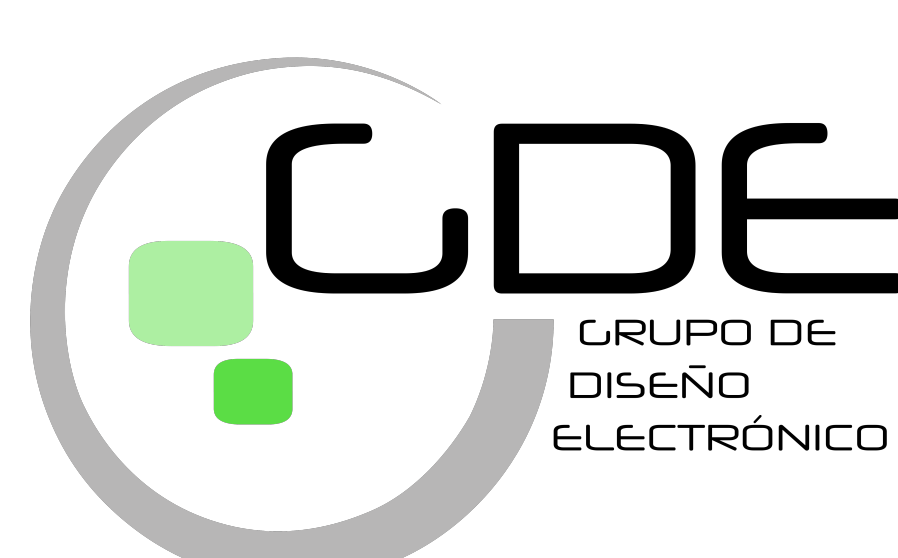
- Implementación en FPGA de bajo coste usando tipos de dato de punto fijo

- Pequeña pérdida de precisión

Contacto y más información:



Instituto Universitario de Investigación
en Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza



Facultad de Ciencias
Universidad Zaragoza