

Stima della pressione sanguigna da video mediante framework FaceQs

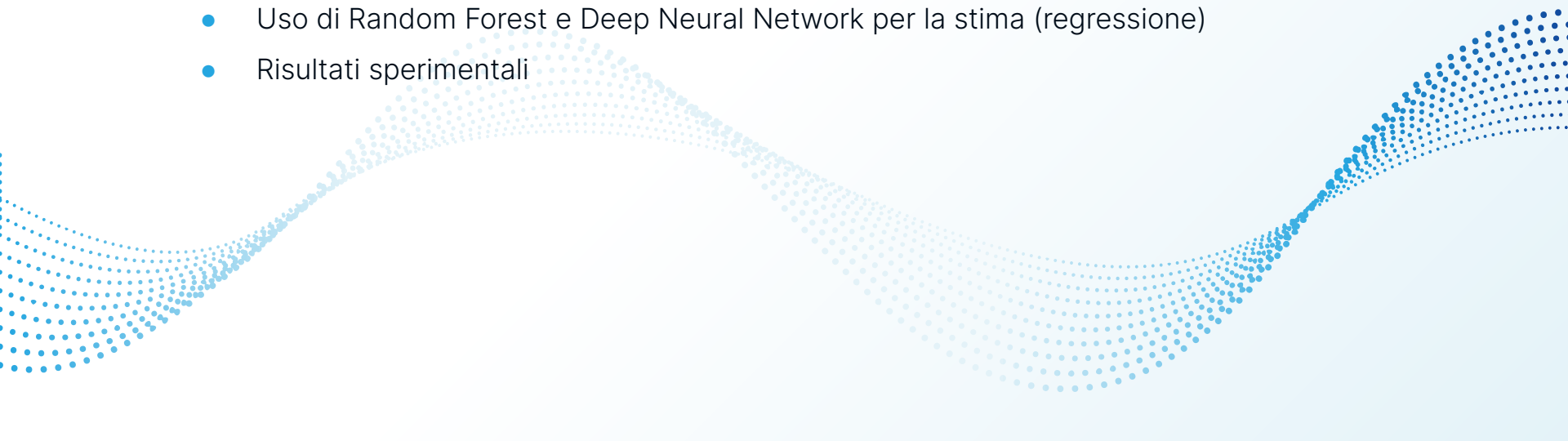
Relatore: Prof. Giuliano Grossi

Correlatore: Prof. Raffaella Lanzarotti

Tommaso Amadori - Laurea Magistrale in Informatica

Anno accademico 2021-2022

Sommario

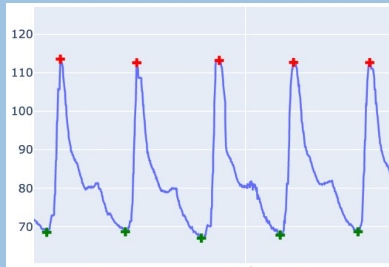
- Segnale fisiologico BP (Blood Pressure) e PPG (PhotoPlethysmoGraphy)
 - Framework FaceQs
 - Pipeline per la stima di BP e componenti utilizzati
 - Uso di Random Forest e Deep Neural Network per la stima (regressione)
 - Risultati sperimentali
- 

La pressione sanguigna

Blood pressure (BP):

- Systolic BP (**SBP**)
- Diastolic BP (**DBP**)
- Mean Arterial Pressure (**MAP**)

PhotoPlethysmoGraphy (PPG) **tecnica ottica non-invasiva** utilizzata per misurare il **volume sanguigno** nelle vene (Blood Volume Pulse BVP)

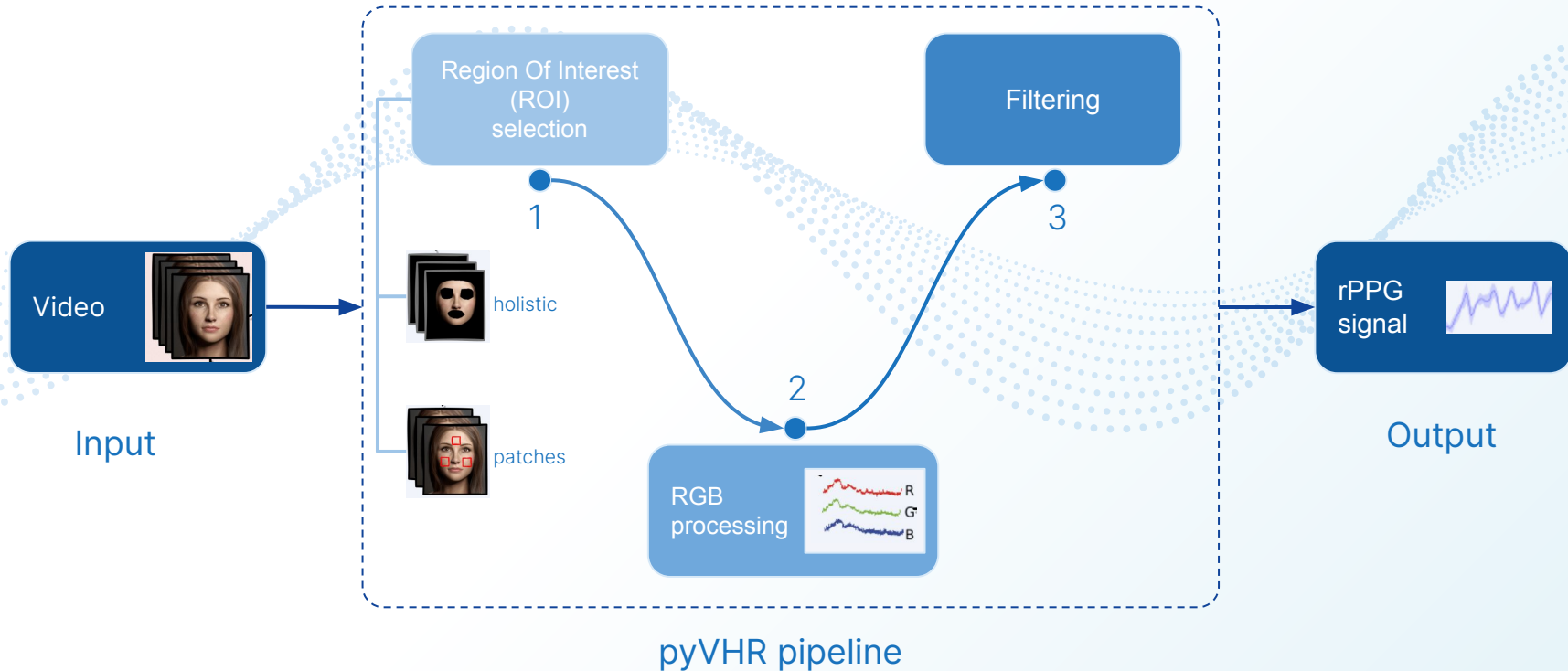


Pressione sanguigna tramite sfigmomanometro



BVP tramite pulsossimetro

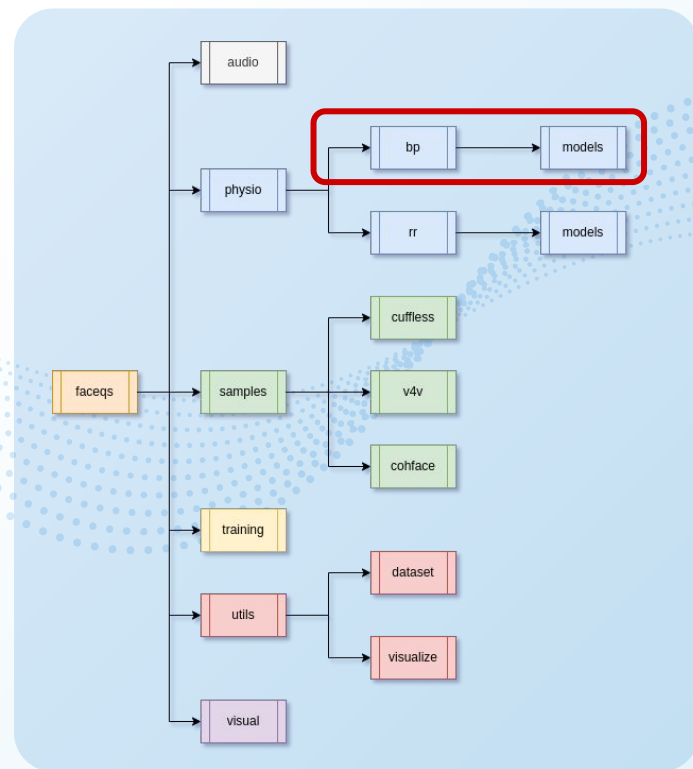
Segnale rPPG - pyVHR



Framework FaceQs

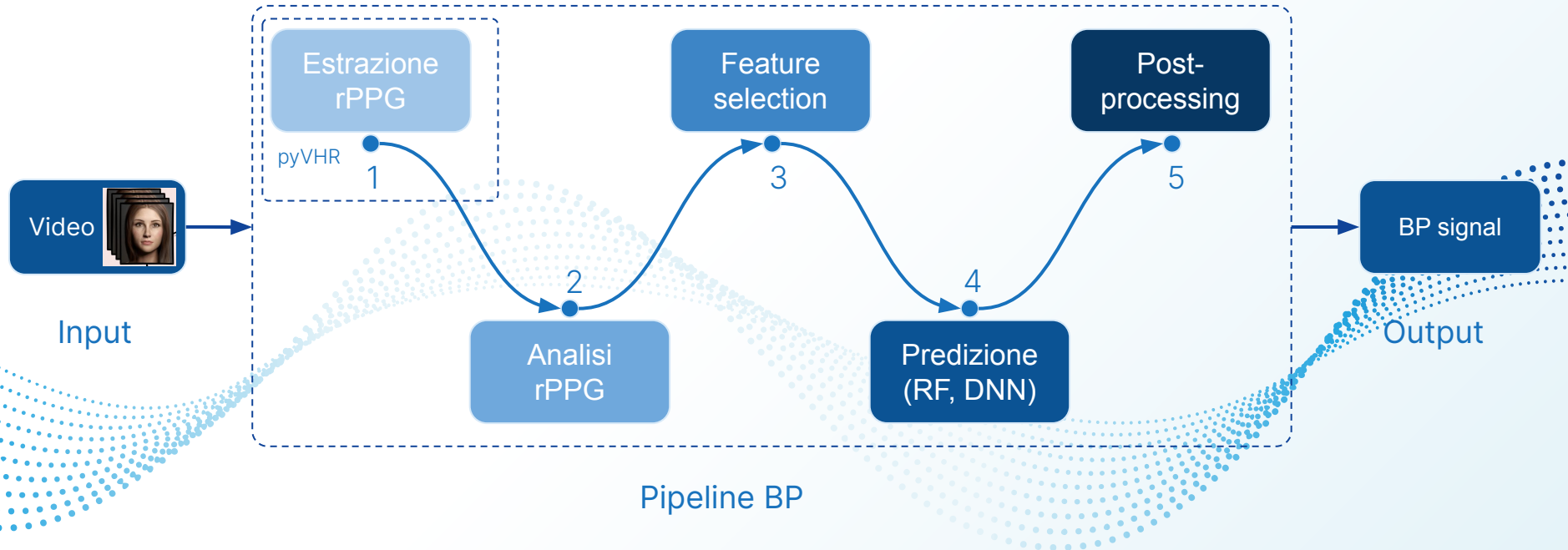
Framework sviluppato per analisi di segnali facciali:

- **Stima** di **segnali fisiologici**
- Stima audio, video, gaze, ...
- Gestione datasets
- Utilities di training, test e di plot



Struttura interna del package

Pipeline BP (FaceQs)



Analisi morfologica del segnale rPPG - NeuroKit2

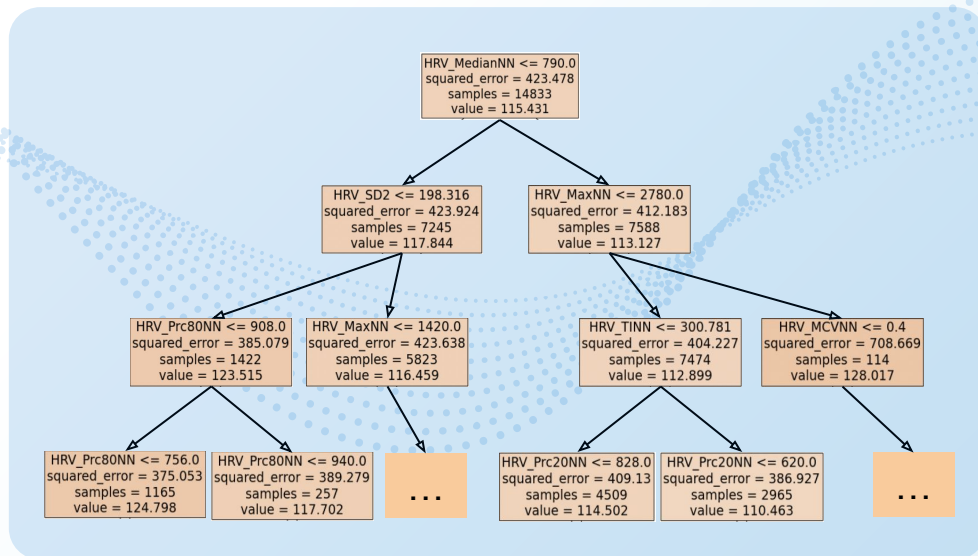
- **Analizzatore morfologico** del segnale **PPG**
- Produce **indici** (circa 90) legati all'**HRV**:
 - **HRV_MedianNN**: The median of the RR intervals
 - **HRV_SD2**: Standard deviation along the identity line
 - **HRV_Prc80NN**: The 80th percentile of the RR intervals
 - **HRV_MCVNN**: The median absolute deviation of the RR intervals (**HRV_MadNN**) divided by the median of the RR intervals (**HRV_MedianNN**)
 - ...



NeuroKit2

Random Forest (RF)

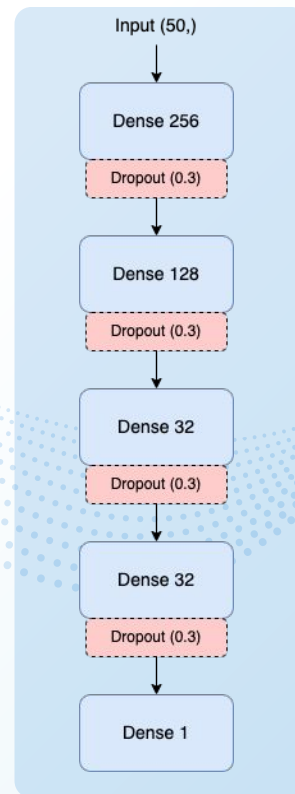
- Algoritmo tradizionale **supervised**
- RF **Regressore**
- Basato su circa **100/200 DT casuali**
- **Input** → circa 10 parametri di NeuroKit2
- **Output** → Valori BP
 - Media dei risultati di ogni DT



Sottoalbero di un RF implementato in FaceQs

Deep Neural Network

- **DNN regressore**
- **Input** → 50 parametri NeuroKit2
- **Output** → valori BP
- Hidden layer: 3-4 con dropout
- Neuroni: 32-256



DNN implementata in FaceQs

Training dei modelli

- RF: Randomized e grid search con cross-validation

n_estimators	[100, 200, ..., 2000]
min_samples_split	[2, 5, 10]
min_samples_leaf	[1, 2, 4]
max_features	[log2, sqrt, None]
max_depth	[10, 20, ..., 110]
bootstrap	[True, False]

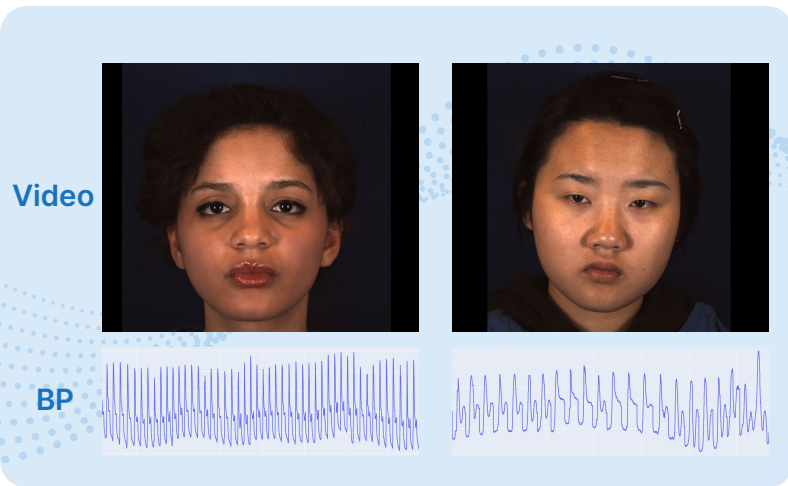
Tabella di iperparametri ricercati per RF

- DNN: ricerca empirica

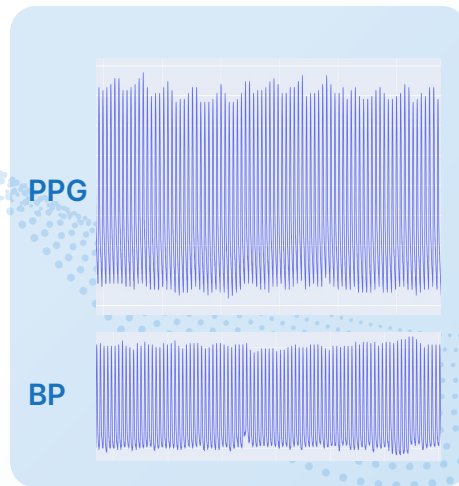
#epoche	[50, 75, ..., 200]
optimizer	[Adam, SGD]
#neuroni	[16, 32, ..., 512]

Tabella di parametri ricercati per DNN

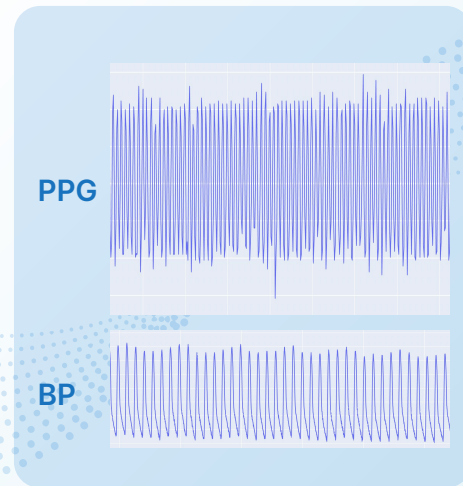
Dataset utilizzati



Vision For Vitals (V4V) dataset



MIMIC-II dataset



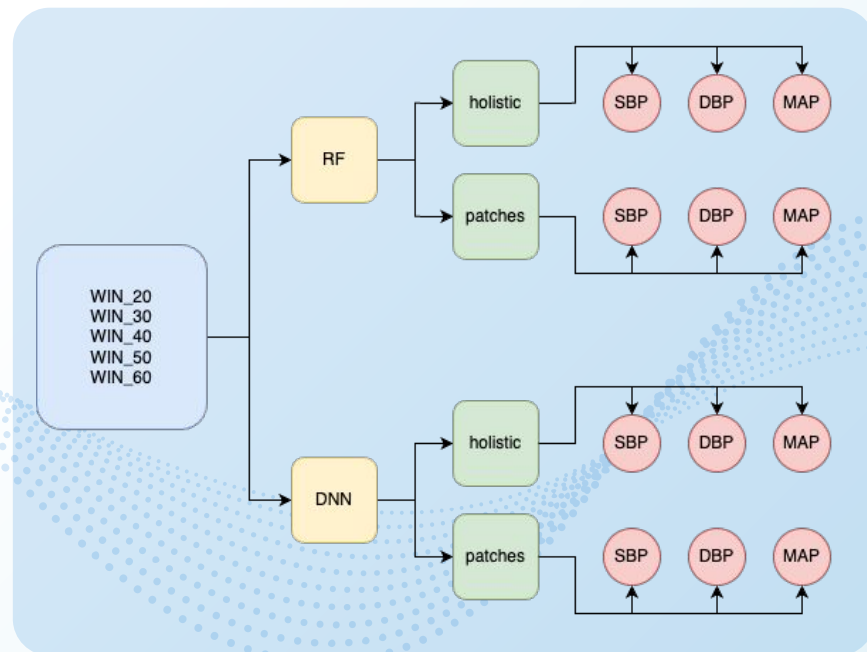
VitalDB dataset

- V4V dataset principale (video e segnale BP) **stima BP da remoto**
- MIMIC-II e VitalDB dataset secondari per **identificare i limiti** della **pipeline**

Metriche e parametri di valutazione

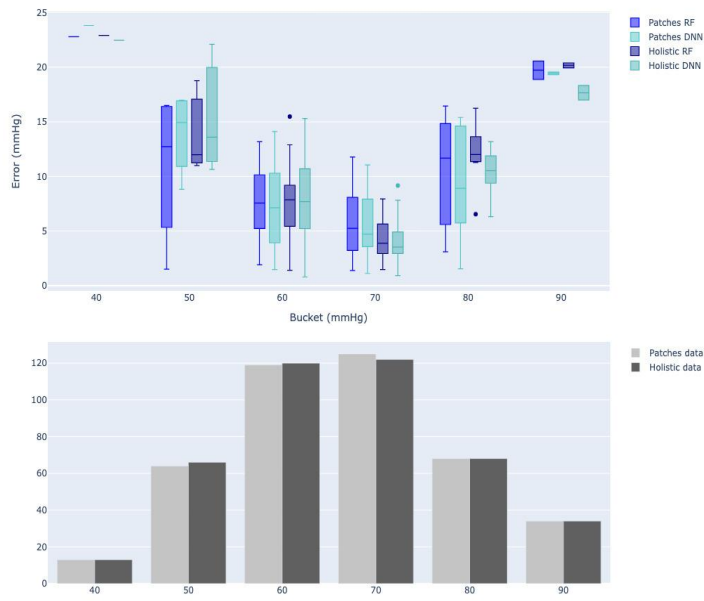
- Finestre: **20, 30, 40, 50 e 60 secondi (*)**
- Modelli: **RF** e **DNN**
- Metodi di estrazione rPPG: **holistic** e **patches**
- Stima errore: **MAE**

(*) 30 e 40 secondi nel caso dei dataset secondari



Modelli generati per V4V

Distribuzione MAE V4V - DBP e SBP



Risultati DBP su intervalli per finestre da 20 sec



Risultati SBP su intervalli per finestre da 20 sec

Risultati DBP e SBP

Finestra (sec)	Holistic (MAE)		Patches (MAE)	
	RF	DNN	RF	DNN
20	8.07	7.80	8.46	8.32
30	7.51	7.48	7.87	8.77
40	6.70	7.02	8.54	8.45
50	6.51	5.64	7.40	8.47
60	8.05	10.19	8.84	9.42

DBP

V4V

Finestra (sec)	RF	DNN	Finestra (sec)	RF	DNN
30	8.14	7.50	30	9.99	10.04
40	6.74	6.67	40	9.90	9.98

MIMIC-II

VitalDB

Finestra (sec)	Holistic (MAE)		Patches (MAE)	
	RF	DNN	RF	DNN
20	13.66	13.85	14.25	14.82
30	13.31	13.81	12.45	12.85
40	14.51	13.99	12.63	16.21
50	13.83	16.00	13.49	14.37
60	13.83	16.48	10.51	13.82

SBP

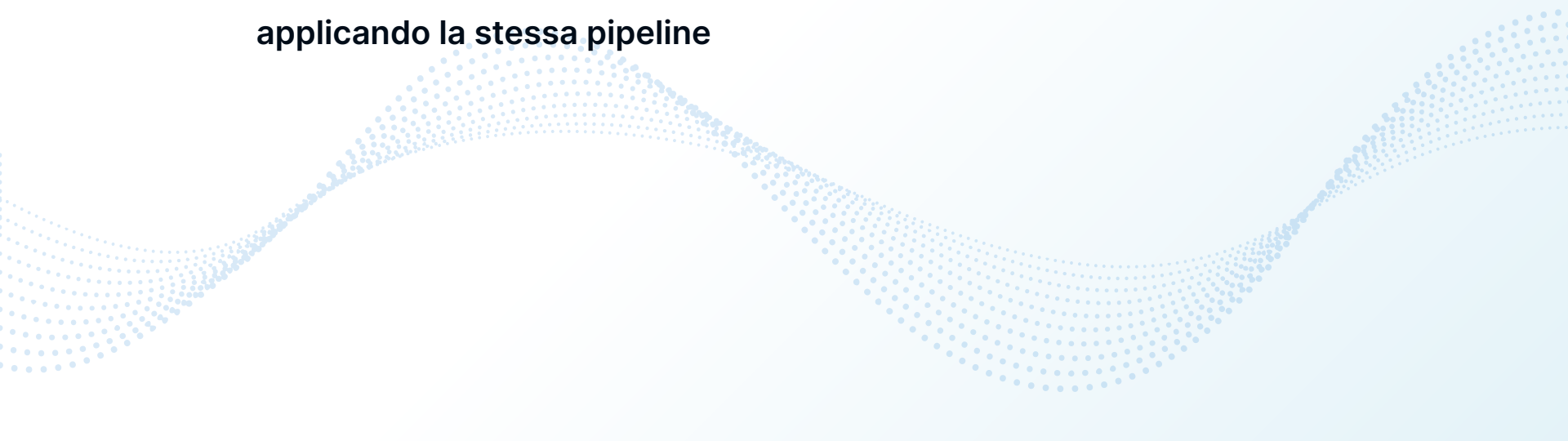
V4V

Finestra (sec)	RF	DNN	Finestra (sec)	RF	DNN
30	14.31	11.41	30	13.80	13.64
40	10.94	10.26	40	14.35	14.18

MIMIC-II

VitalDB

Conclusioni e sviluppi futuri

- Sviluppo di dataset **ricchi** e **omogenei**
 - **Selezione** dei segnali **rPPG** tramite patches
 - **Ampliare** la **ricerca** per la stima di **nuovi segnali fisiologici** applicando la **stessa pipeline**
- 

The background features two horizontal, wavy lines composed of small, light blue dots. These lines curve upwards and downwards, creating a sense of movement and depth against the solid blue background.

Grazie per
l'attenzione