

## **STIMA DELLA PRESSIONE SANGUIGNA DA VIDEO MEDIANTE IL FRAMEWORK FACEQS**

Relatore: Giuliano Grossi

Negli ultimi anni la ricerca di nuovi strumenti utilizzabili nel mondo della telemedicina è cresciuta notevolmente. A partire dal 2010 è registrato un discreto numero di pubblicazioni nel mondo delle analisi di segnali fisiologici a partire da un semplice video. Nella gran parte dei casi le pubblicazioni sono relative al segnale fotopletiemografico (PPG) ovvero uno dei principali segnali in grado di analizzare la perfusione sanguigna. La fotopletiemografia remota (rPPG) è una tecnica algoritmica non invasiva che, a partire dalle sottili variazioni di colore del segnale RGB della pelle ripresa in un video è in grado di estrarre una buona stima della pulsazione cardiaca. A differenza di PPG, sono molto minori i casi di studio di altri segnali legati al battito cardiaco, tra cui la pressione sanguigna.

L'obiettivo di questa tesi è consistito nel dare impulso a questo studio mediante proposta di metodi di stima della pressione sanguigna tramite rPPG estratto da video a partire da una cornice più ampia relativa al framework python, chiamato FaceQs, in cui includere, assieme a molte altre modalità che esprimono segnali facciali, metodi di stima di segnali fisiologici estratti da video. Lo scopo finale del framework è fornire molteplici feature facciali a vantaggio di modelli che si basano su analisi video in ambito signal processing o machine learning.

Dato il numero ridotto di ricerche pubblicate sulla stima della pressione sanguigna, sono state esplorate diverse strade incentrate su un ampio ventaglio di modelli tradizionali di ML per individuare nuovi sistemi in grado di effettuare le suddette stime. La soluzione qui adottata si basa su una pipeline che parte dal segnale rPPG estratto dal video, seguita da una analisi morfologica di tale segnale fino ad arrivare ad una selezione di caratteristiche basilari prodotte da quest'ultima per essere infine elaborati tramite Random Forest (RF) e Deep Neural Network (DNN) in termini di regressione da rPPG a segnale di pressione. Il segnale prodotto viene infine normalizzato e filtrato mediante tecniche di signal processing. Nello specifico sono stati impiegati rispettivamente i framework pyVHR e NeuroKit2 per l'estrazione del segnale rPPG da video e per l'analisi morfologica di tale segnale.

Lo studio è stato effettuato su un dataset principale denominato Vision For Vitals e altri due secondari denominati MIMIC-III e VitalDB. Nel primo caso sono contenuti diversi video che riprendono il volto di soggetti esposti a diverse condizioni di luce e angolature. Nel caso dei dataset secondari è riportato il segnale PPG di riferimento estratto mediante sensore. In tutti i dataset utilizzati è riportato ovviamente anche il segnale di riferimento della pressione sanguigna rilevato da apparati medicali approvati.

Per l'addestramento dei modelli RF e DNN sono stati impiegati i parametri morfologici forniti da NeuroKit2 e i valori di risposta dati da valori osservati GT. I training e test set sono stati suddivisi in ragioni 90% e 10% rispettivamente e sono state applicate classiche tecniche di cross-validazione per ottenere risultati con più ampia confidenza. I risultati numerici hanno mostrato che entrambi i modelli utilizzati (RF e DNN) restituiscono un errore (espresso come MAE) in linea con i lavori presenti dallo stato dell'arte. In particolare, sul dataset V4V è stato ottenuto MAE pari a 7.80 mmHg nel caso della pressione diastolica, 13.66 mmHg nel caso di pressione sistolica e 8.32 mmHg nel caso di pressione arteriosa media. Mediante gli altri dataset è stato mostrato che partendo da un segnale fotopletiemografico (quasi) perfetto, il MAE si abbassa fino a 6.67 mmHg per la pressione diastolica, 10.26 mmHg per la pressione sistolica e 8.18 mmHg per la pressione arteriosa media.