



RISE

Infrastruttura Strategica della Ricerca
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

Riconoscimento di stati emotivi e cognitivi tramite sensori biometrici non invasivi



Per informazioni rivolgersi al
responsabile scientifico:

Prof.ssa Nicole Novielli
Nicole.novielli@uniba.it

Polo Scientifico Tecnologico
Dipartimento di Informatica
Via Orabona 4, 70125 (BA)

ENG: Within the PNC (National Complementary Plan to the PNRR), under the DARE project, the University of Bari has developed an integrated approach for recognizing emotional and cognitive states through non-invasive biometric sensors. The service covers the entire pipeline, from the acquisition of physiological signals to the construction of classification and predictive models. It builds on the methodologies studied by the COLLAB research group at the Department of Computer Science, which has long investigated the use of wearable devices to detect emotions, stress, and cognitive load in real-world work settings.

In the scope of the DARE project, the laboratory has acquired a multimodal set of three devices. The Empatica EmbracePlus wristband is a medical-grade device for the continuous measurement of electrodermal activity (EDA), blood volume pulse, heart rate, and heart rate variability (HRV). The Neurocity Crown headset is a wireless 8-channel EEG device for monitoring brain activity. The Gazepoint GP3 HD high-precision eye tracker detects fixations, saccades, and pupil dilation.

The group has established pipelines for processing raw data. These include temporal synchronization of the different sources; removal of artifacts caused by movement or loss of contact; signal filtering; decomposition of EDA into its tonic and phasic components and detection of stress peaks; extraction of EEG frequency bands (alpha, beta, theta, delta, gamma), HRV metrics, and visual attention

indicators; and normalization against an individual baseline, which mitigates physiological variability across subjects.

Supervised classifiers such as SVM, Random Forest, k-NN, and neural networks are trained on the extracted features. The models recognize emotional valence and arousal, stress, cognitive load, and engagement. The gold standard consists of self-assessments, validated questionnaires (e.g., NASA-TLX for cognitive load or SAM questionnaires for emotion reporting), or facial expression analysis. The validation strategy is designed to estimate the models' ability to generalize to previously unseen individuals. These approaches have also been extended to integrate vocal features for predicting user engagement during requirements elicitation interviews with users of software applications. The goal is to offer knowledge workers (e.g., software developers) reliable solutions for monitoring their own well-being and cognitive performance.

ITA: Nell'ambito del PNC (Piano Nazionale Complementare al PNRR), progetto DARE, l'Università di Bari ha sviluppato un approccio integrato per il riconoscimento di stati emotivi e cognitivi tramite sensori biometrici non invasivi. Il approccio copre l'intera filiera: dall'acquisizione dei segnali fisiologici alla costruzione di modelli di classificazione e predittivi. Si fonda sulle metodologie studiate dal gruppo di ricerca COLLAB del Dipartimento di Informatica, che da anni indaga l'uso di dispositivi indossabili per rilevare emozioni, stress e carico cognitivo in contesti lavorativi reali.

Grazie al progetto DARE, il laboratorio si è dotato di una strumentazione multimodale composta da tre dispositivi. Il braccialetto Empatica EmbracePlus è un dispositivo di grado medico per la misura continua dell'attività elettrodermica (EDA), del volume del polso sanguigno, della frequenza cardiaca e della sua variabilità (HRV). Il caschetto Neurosity Crown è un dispositivo EEG wireless a 8 canali per il monitoraggio dell'attività cerebrale. L'eye tracker Gazepoint GP3 HD, ad alta precisione, rileva fissazioni, saccadi e dilatazione pupillare.

Il gruppo dispone di pipeline consolidate per l'elaborazione dei dati grezzi. Queste comprendono la sincronizzazione temporale delle diverse sorgenti, la rimozione degli artefatti dovuti a movimento o perdita di contatto, il filtraggio dei segnali, la scomposizione dell'EDA in componente tonica e fasica e l'individuazione dei picchi di stress, l'estrazione delle bande di frequenza EEG (alfa, beta, theta, delta, gamma), delle metriche HRV e degli indicatori di attenzione visiva, la normalizzazione rispetto a una baseline individuale, che mitiga la variabilità fisiologica tra soggetti.

Sulle feature estratte vengono addestrati classificatori supervisionati come SVM, Random Forest, k-NN e reti neurali. I modelli riconoscono valenza e attivazione (arousal) emotiva, stress, carico

cognitivo ed engagement. Come gold standard si usano autovalutazioni, questionari validati (es. NASA-TLX per il carico cognitivo o questionari SAM per report delle emozioni) o l'analisi delle espressioni facciali. La validazione è studiata in modo da stimare la capacità dei modelli di generalizzare su individui mai osservati. Gli approcci sono stati estesi anche all'integrazione di feature vocali per la predizione dell'engagement nelle interviste di requirements elicitation utenti di applicativi software. L'obiettivo è offrire ai lavoratori della conoscenza (es., sviluppatori software) soluzioni affidabili per il monitoraggio del proprio benessere e delle prestazioni cognitive.

References

- 1) D. Grassi, F. Calefato, D. Smite, N. Novielli, F. Lanubile. "Exploring Engagement in Hybrid Meetings". In ESEM '25: ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, 2025. <https://doi.org/10.1109/ESEM64174.2025.00032>
- 2) D. Grassi, F. Lanubile, N. Novielli, A. Serebrenik. "Emotion Self-Monitoring in Agile Retrospectives: A Replication Study". In ICSME '26: IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution – Replication and Negative Results Track, 2026 (to appear).
- 3) D. Grassi, F. Lanubile, N. Novielli, L. Quaranta, A. Serebrenik. "Self-monitoring of Developers' Emotions: The Case of Agile Retrospective Meetings". ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 35(6), pp. 1–38, 2025. <https://doi.org/10.1145/3766064>
- 4) D. Grassi, F. Lanubile, A. Motca-Schnabel, N. Novielli. "A Cluster-based Approach for Emotion Recognition in Software Development". In CHASE '25: International Conference on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, pp. 239–247, 2025. <https://doi.org/10.1109/CHASE66643.2025.00034>