



Università degli Studi di Milano – Bicocca

Scuola di Scienze

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Telecomunicazioni

Corso di Laurea in Informatica Magistrale

Sessione di Laurea 29 Ottobre 2019

MEASURING HUMAN AFFECTIVE STATE FOR PERSONALIZED AND ADAPTIVE SOUND EXPERIENCE

Marta Giltri - matricola 795267

Relatore: Prof.ssa Stefania Bandini

Correlatore: Prof.ssa Francesca Gasparini

Anno Accademico 2018 - 2019

SOMMARIO

- Scopo: Introduzione di un modello di sistema che si adatti all'utente con lo scopo di proporre una playlist personalizzata
- Requisito: Riconoscimento di stati emotivi a partire dall'analisi di segnali fisiologici
- Attività: Conduzione di due esperimenti al fine di studiare la correlazione fra stati emotivi e risposta fisiologica

INTRODUZIONE

- Affective Computing – Rosalind Picard (1995)
 - Un sistema sotto questo paradigma dovrebbe riuscire a:
 - Riconoscere
 - Interpretare
 - Processare
 - Simulare
 - Modellazione dell'interazione umana con l'ambiente
- Stati Emotivi Umani**

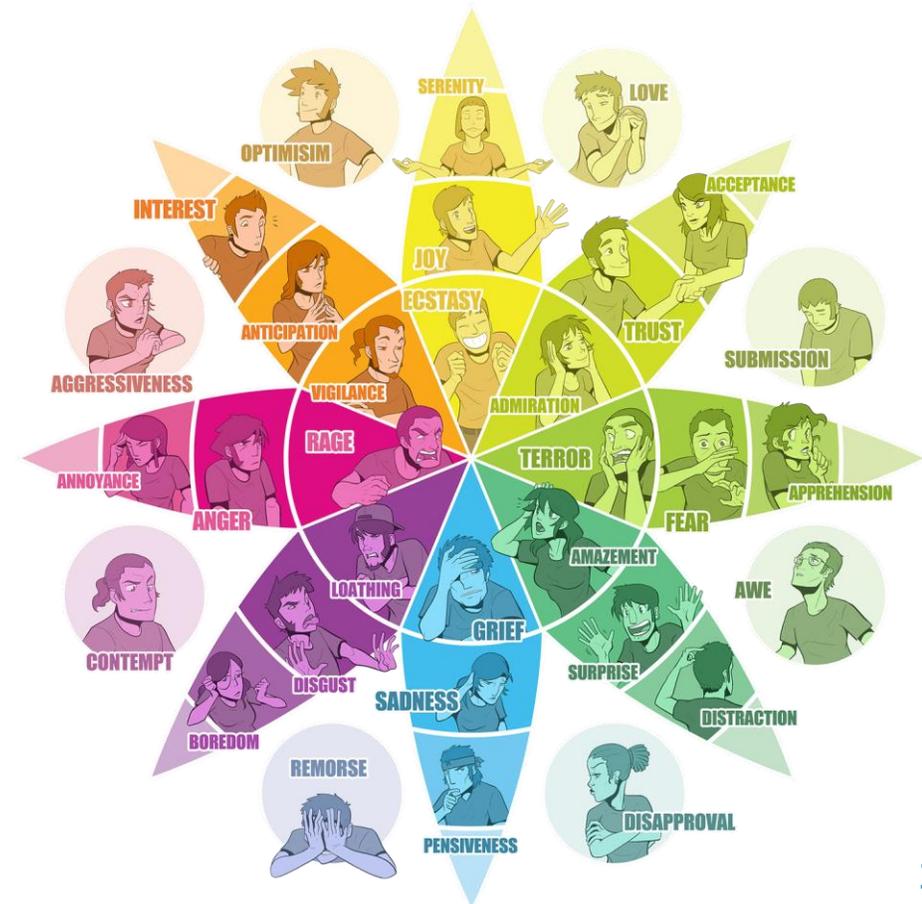


Fig. 1: Ruota delle emozioni di Plutchik

IL SISTEMA

- Sistema: basato sul concetto di cyber physical system (CPS)
- Scopo: proporre ad un utente una playlist di brani selezionati in base al suo stato emotivo e a input esterni
- Particolarità: sistema in grado di adattarsi personalmente ad ogni utente in maniera diversa

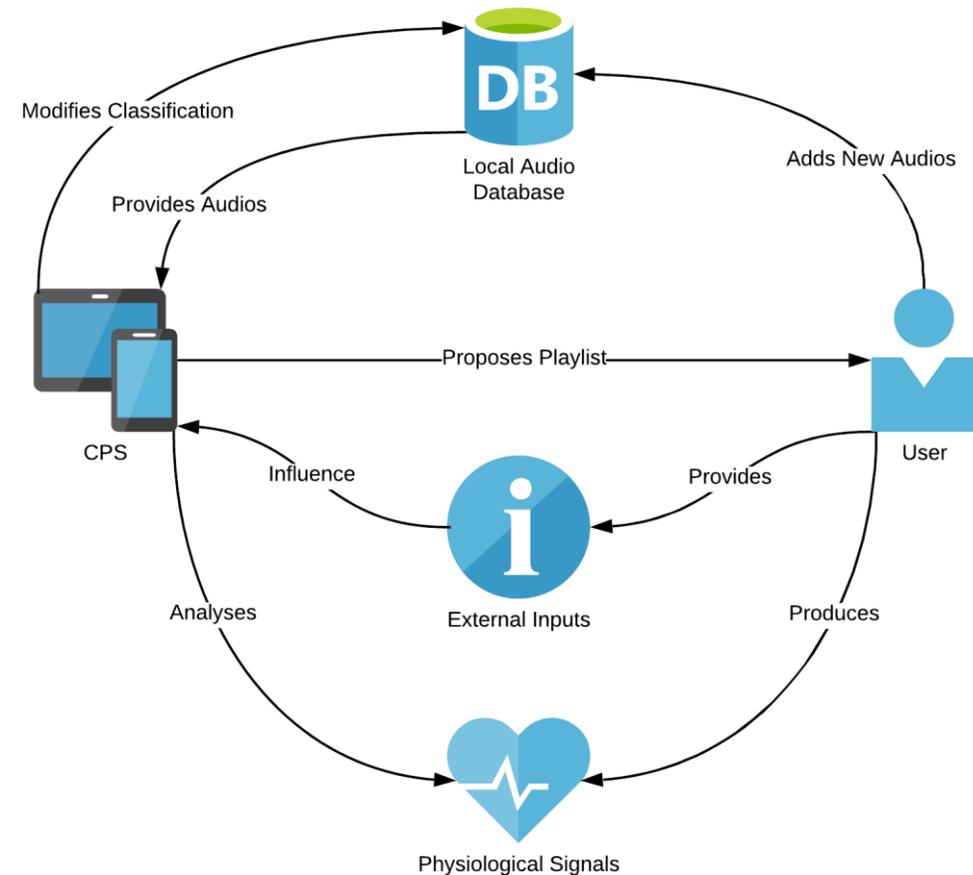


Fig. 2: Schema di interazione utente-sistema

IL SISTEMA - FUNZIONAMENTO

- Ciclo di funzionamento:
 - Selezione di un audio
 - Riproduzione dell'audio
 - Riconoscimento e analisi della risposta fisiologica
 - Aggiornamento classificazione dell'audio
 - Riconoscimento input esterni

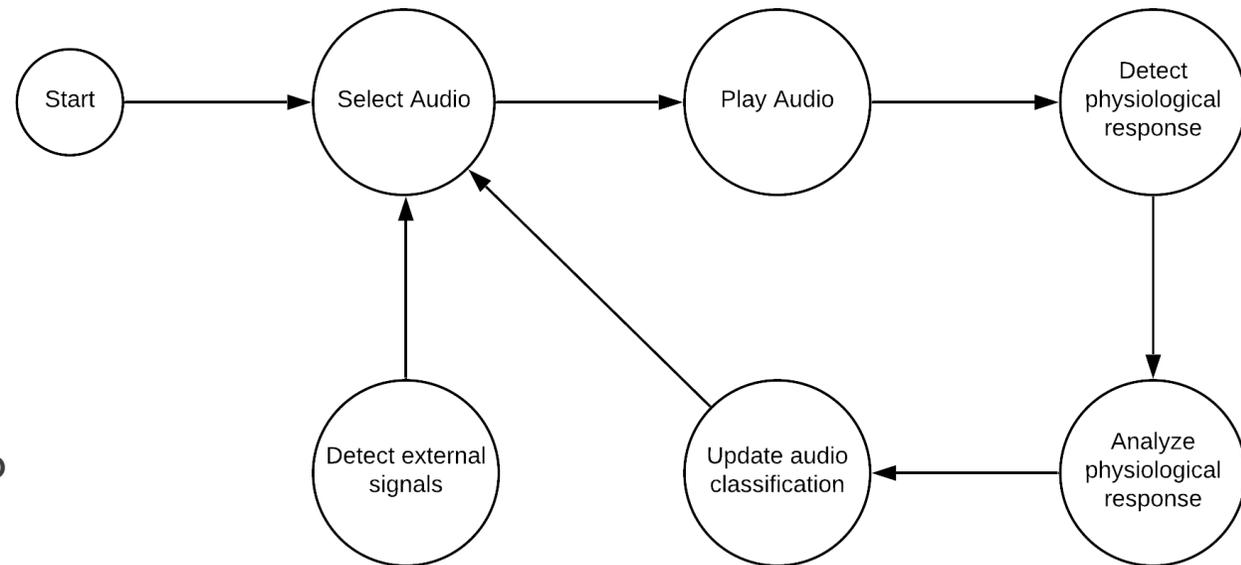


Fig. 3: Ciclo di funzionamento indicativo del CPS



FOCUS

ANALIZZARE LA RISPOSTA FISIOLOGICA DURANTE
L'ELICITAZIONE DI DIVERSI STATI EMOTIVI

MISURE FISIologiche - GSR

- Prima misura: Galvanic Skin Response (GSR)
- Risposta fisiologica ricavata dalla conduttività della pelle
- Può essere misurata come resistenza o conduttività
- Usata solitamente per misurare l'attivazione emotiva
- Processing: filtro FIR e passa-alto/passa-basso a frequenza 0.05 Hz

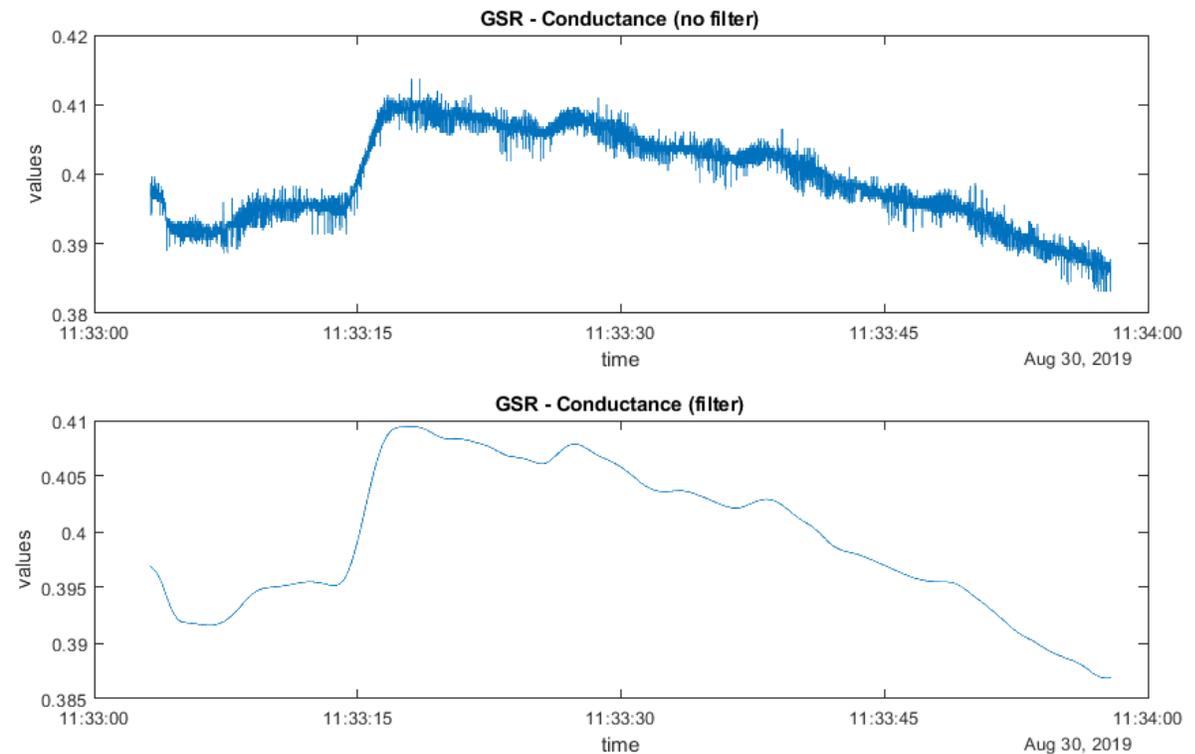


Fig. 4: Esempio di segnale GSR prima e dopo il filtraggio

MISURE FISIologiche - PPG

- Seconda misura: Plethysmography (PPG)
- Risposta fisiologica ricavata dalle variazioni del volume sanguigno
- Misurata illuminando la pelle tramite un LED
- Usata solitamente per misurare il battito o il ciclo cardiaco
- Processing: filtro FIR

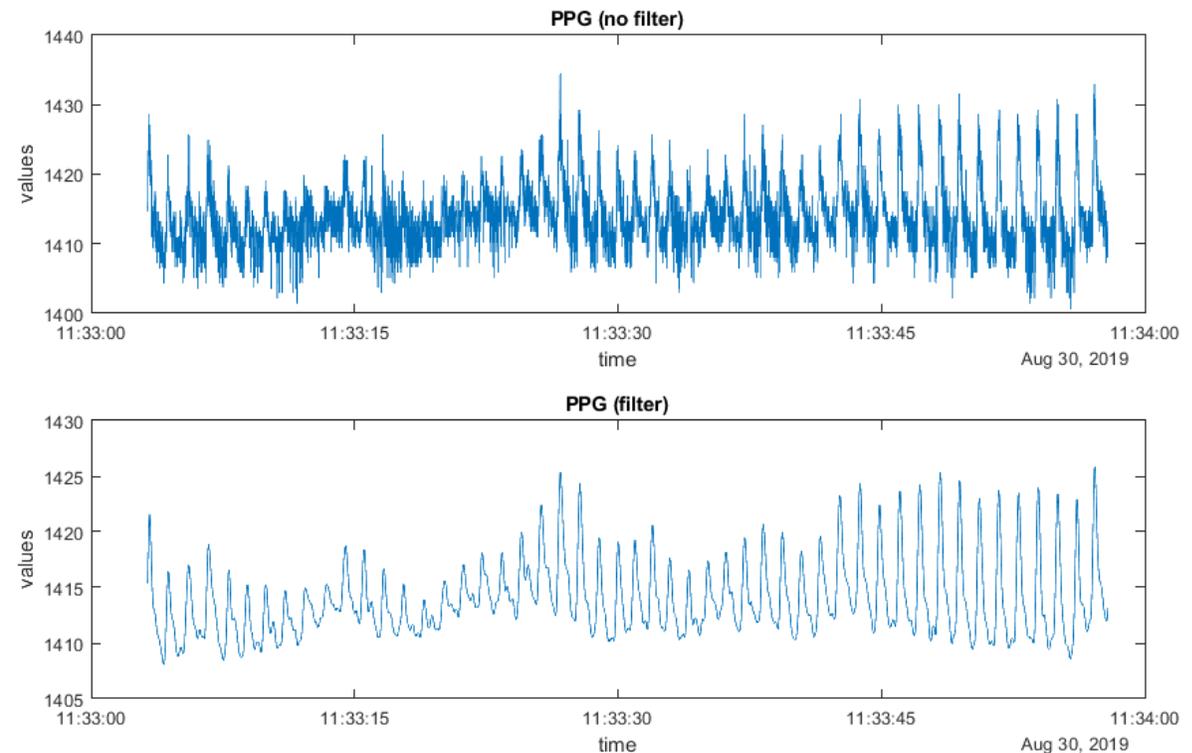


Fig. 5: Esempio di segnale PPG prima e dopo il filtraggio



PRIMO ESPERIMENTO

SCOPO: VERIFICARE SE LA RISPOSTA FISIOLÓGICA DI UN SOGGETTO DIFFERISCA O MENO IN PRESENZA DI DUE STATI EMOTIVI DIVERSI ELICITATI DA STIMOLI AUDIO

PRIMO ESPERIMENTO

- **Strumentazione:**
 - Cuffie Sony MDR-ZX110
 - Shimmer3 GSR+ Unit (sensori per GSR e PPG)
- **Caratteristiche:**
 - 22 partecipanti in totale
 - 14 stimoli audio (suoni naturali, ambientali) presi da un dataset di 30 (1 minuto)
 - Riproduzione in ambiente di laboratorio



Fig. 6: Setup dell'ambiente per il primo esperimento

PRIMO ESPERIMENTO - PROCEDURA

- Procedura del primo esperimento:
 - 2 minuti e mezzo iniziali di baseline per la registrazione del soggetto in stato neutro
 - Ciclo di riproduzione audio (1 minuto) e intervallo con domanda di self-assessment (15 secondi) per tutti e 14 i brani
 - Termine dell'esperimento dopo l'intervallo 14

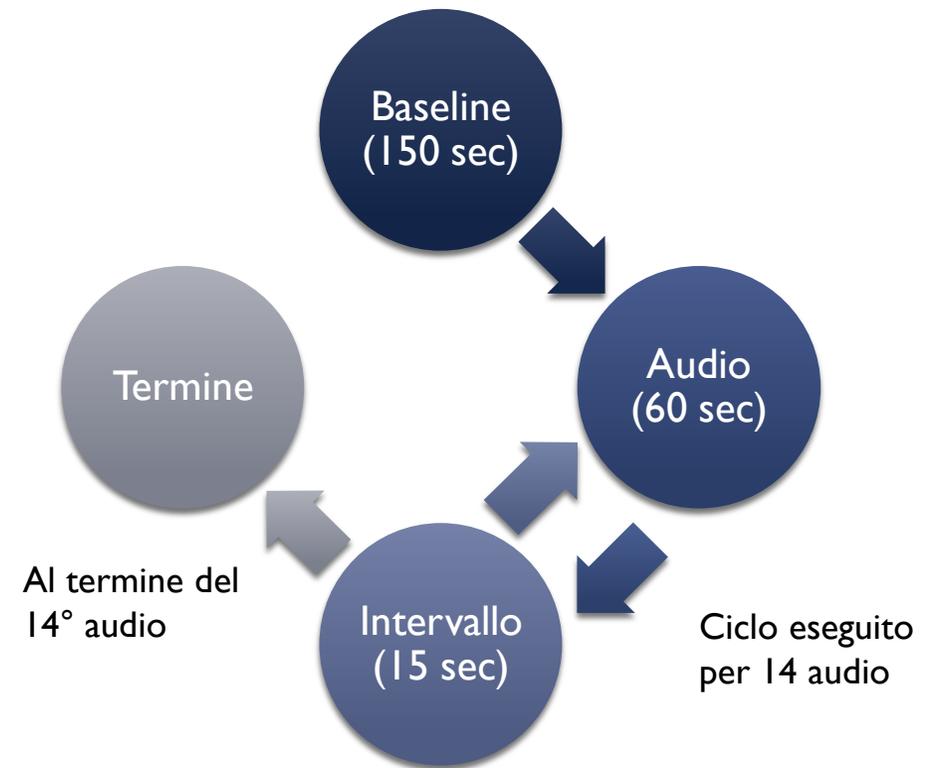


Fig. 7: Schema della procedura del primo esperimento

PRIMO ESPERIMENTO - VALUTAZIONI AUDIO

Audio Rilassanti	R	S	Totale	Accordo (%)
Waterfall	5	1	6	83.3
Lapping Water	14	2	16	87.5
Burning Forest	4	7	11	36.4
Snowstorm	3	10	13	23.1
City Square	7	5	12	58.3
Wind and Fire	7	5	12	58.3
Rain	9	1	10	90.0
Bird Song	11	1	12	91.7
Water Flowing	9	3	12	75.0
Walking	8	4	12	66.7
Water and Bird	9	1	10	90.0
Sand and Sea	8	1	9	88.9
Thunderstorm	10	1	11	90.9
Mountain River	8	0	8	100.0
Underwater	8	3	11	72.7

Audio Stressanti	R	S	Totale	Accordo (%)
Grinder	0	6	6	100.0
Baby Crying	0	6	6	100.0
New-York City	2	7	9	77.7
Hurricane	6	10	16	62.5
Frog	1	5	6	83.3
Chainsaw	2	12	14	85.7
Mosquito	0	9	9	100.0
Bee	0	10	10	100.0
Wood Cutting Axe	3	9	12	75.0
Buzzer	2	7	9	77.8
Traffic Noise in India	0	9	9	100.0
Hand Sawing	2	8	10	80.0
Dentist Drill	1	9	10	90.0
Cicadas	8	2	10	20.0
Nails on Chalkboard	0	7	7	100.0

MISURE FISILOGICHE - FEATURE NON RELATIVE

Features	Galvanic Skin Response (GSR)	Plethysmography (PPG)
Valore massimo	X	X
Valore minimo	X	X
Media	X	X
Varianza	X	X
Numero di picchi	X	X
Frequenza dei picchi	X	X
Altezza media dei picchi	X	
Coefficiente di Regressione	X	
Media IBI (Inter-Beat Interval)		X
RMSSD (Root Mean Square of the Successive Differences)		X

MISURE FISILOGICHE - FEATURE RELATIVE ALLA BASELINE

Features	Galvanic Skin Response (GSR)	Plethysmography (PPG)
Δ Frequenza dei picchi	X	X
Δ Coefficiente di Regressione	X	

Formule:

$$\Delta \text{frequenzaPicchi} = (\text{ratePicchiAudio} - \text{ratePicchiBaseline}) / \text{ratePicchiBaseline}$$

$$\Delta \text{coefRegressione} = (\text{coefRegAudio} - \text{coefRegBaseline}) / \text{coefRegBaseline}$$

PRIMO ESPERIMENTO - ANALISI KRUSKAL-WALLIS

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Valore massimo	0.60	0.32
Valore minimo	0.69	0.37
Media	0.64	0.47
Varianza	0.53	0.41
Numero di picchi	0.40	0.40
Frequenza dei picchi	0.40	0.95
Altezza media dei picchi	0.55	//
Media IBI	//	0.94
RMSSD	//	0.75

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Delta Frequenza picchi	0.47	0.33
Delta Coefficiente di Regressione	0.23	//

PRIMO ESPERIMENTO - ANALISI KRUSKAL-WALLIS

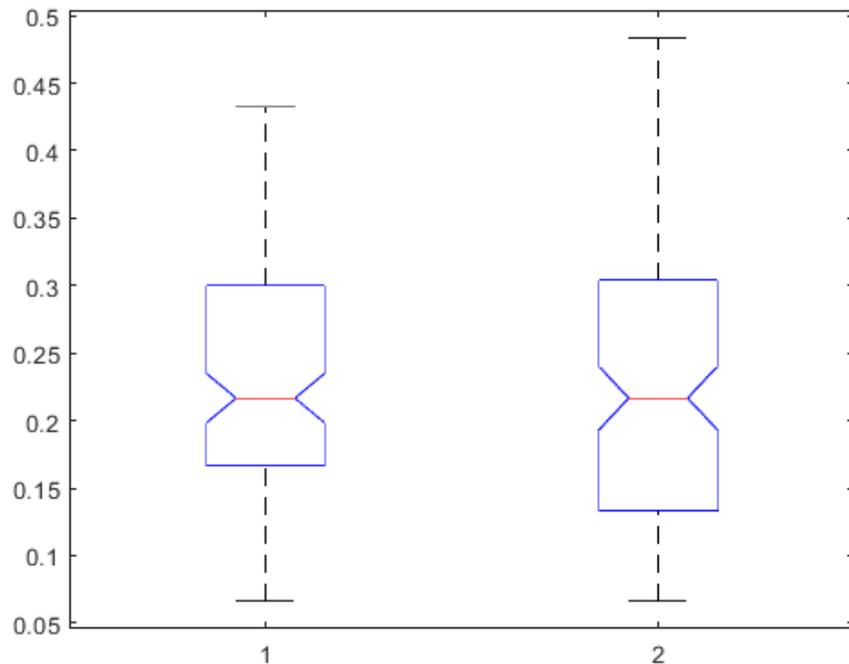


Fig. 8: Boxplot delle distribuzioni della frequenza dei picchi nei segnali GSR (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra)

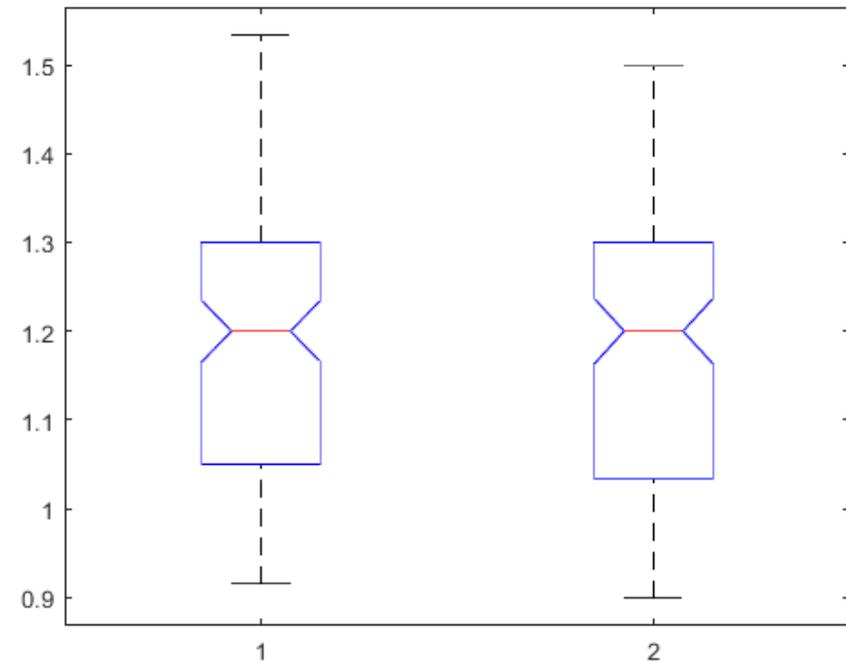


Fig. 9: Boxplot delle distribuzioni della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra)

PRIMO ESPERIMENTO - CONSIDERAZIONI

- Utilizzo di stimoli corti considerando i tempi della risposta fisiologica
- Condizioni personali diverse per ogni soggetto
- Analisi basata sull'intera popolazione
- Ambiente di sperimentazione rilassante
- Difficoltà nell'elicitarne uno stato emotivo



SECONDO ESPERIMENTO

SCOPO: STESSO DEL PRIMO ESPERIMENTO + INTEGRAZIONE DI MODIFICHE ALL'IMPOSTAZIONE SPERIMENTALE PER TENER CONTO DELLE PRECEDENTI CONSIDERAZIONI

SECONDO ESPERIMENTO

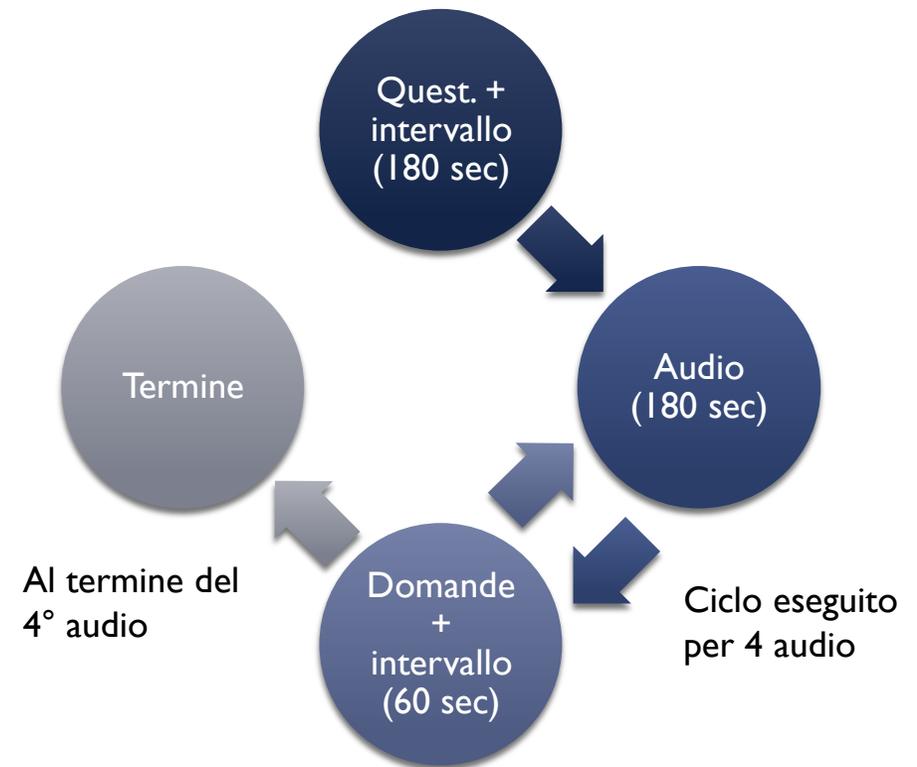
- **Strumentazione:**
 - Cuffie Sony MDR-ZX110
 - Cuscino Spherison Sound6D
 - Shimmer3 GSR+ Unit (sensori per GSR e PPG)
- **Caratteristiche:**
 - 10 partecipanti in totale (in corso)
 - 4 stimoli audio presi dal precedente dataset di 30 per la sessione con cuffie (3 minuti)
 - 4 stimoli audio simili ai precedenti presi dall'app del cuscino (3 minuti)
 - Aggiunta questionario iniziale e carico cognitivo
 - Riproduzione in ambiente di laboratorio



Fig.10: Setup dell'ambiente per il secondo esperimento

SECONDO ESPERIMENTO - PROCEDURA

- Procedura del secondo esperimento (valida per entrambe le sessioni, cuffie e cuscino):
 - 3 minuti iniziali di questionario STAI e VAS (2 minuti) e breve intervallo (1 minuto) come baseline
 - Ciclo di riproduzione audio (3 minuti) e intervallo (1 minuto) con domande di self-assessment, in scala Likert da 1 a 5, e carico cognitivo, facili operazioni matematiche, per tutti e 4 i brani
 - Termine dell'esperimento dopo l'intervallo 4



SECONDO ESPERIMENTO - VALUTAZIONI AUDIO

Scala Likert utilizzata: Stressante

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Rilassante

Audio Cuscino

Soggetto	R-Birds	S-Shakers	R-Waves	S-Cicadas
1	3	3	4	4
2	5	5	5	1
3	5	1	3	1
4	4	2	3	2
5	3	2	4	5
6	4	2	5	3
7	5	1	4	2
8	5	4	5	3
9	5	3	5	5
10	4	2	5	3

Audio Cuffie

Soggetto	R-Birds	S-Dentist	R-Water	S-Cicadas
1	3	1	4	1
2	4	3	4	3
3	4	2	4	3
4	4	2	5	2
5	3	1	4	1
6	5	2	5	3
7	5	1	5	4
8	4	2	4	2
9	5	2	5	5
10	4	1	5	2

SECONDO ESPERIMENTO - RISULTATI QUESTIONARIO STAI

- Scala per la valutazione dei punteggi STAI:
 - 20 - 37: Nessuna ansia o ansia bassa
 - 38 - 44: Ansia moderata
 - 45 - 80: Ansia elevata

Soggetto	STAI Cuscino	STAI Cuffie
1	49	42
2	38	25
3	27	26
4	41	31
5	36	32
6	34	26
7	37	34
8	40	48
9	25	25
10	47	40

SECONDO ESPERIMENTO - KRUSKAL-WALLIS CUSCINO

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Valore massimo	0.92	0.90
Valore minimo	0.08	0.06
Media	0.95	0.24
Varianza	0.87	0.07
Numero di picchi	0.13	0.79
Frequenza dei picchi	0.48	0.05
Altezza media dei picchi	0.07	//
Media IBI	//	0.75
RMSSD	//	0.95

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Delta Frequenza picchi	0.78	0.10
Delta Coefficiente di Regressione	0.97	//

SECONDO ESPERIMENTO - KRUSKAL-WALLIS CUFFIE

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Valore massimo	0.90	0.60
Valore minimo	0.66	0.38
Media	0.80	0.41
Varianza	0.68	0.64
Numero di picchi	0.25	0.86
Frequenza dei picchi	0.27	0.006
Altezza media dei picchi	0.21	//
Media IBI	//	0.82
RMSSD	//	0.82

Feature	GSR P-value	PPG P-value
Delta Frequenza picchi	0.33	0.004
Delta Coefficiente di Regressione	0.70	//

SECONDO ESPERIMENTO - CONFRONTO KRUSKAL-WALLIS

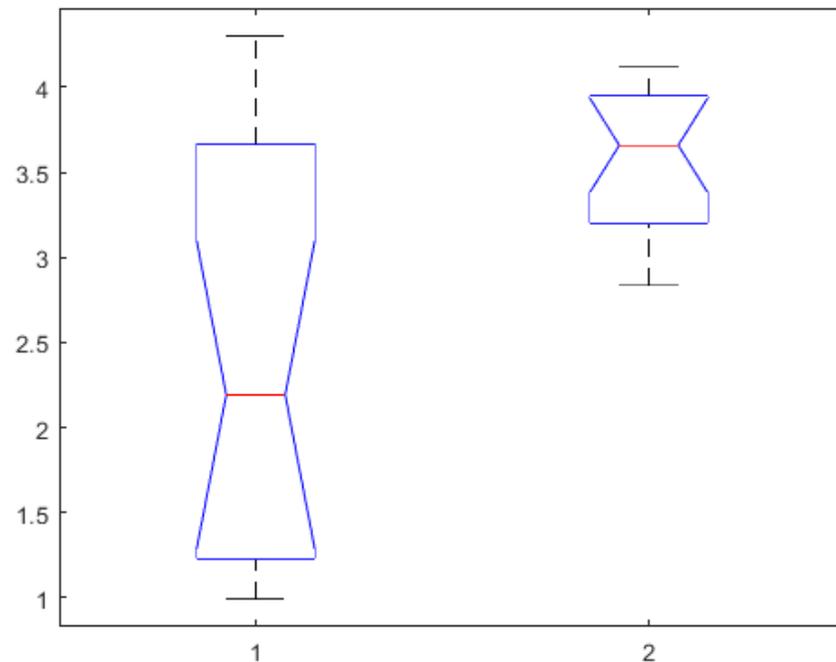


Fig. I2: Boxplot delle distribuzioni della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra) nelle sessioni con cuscino

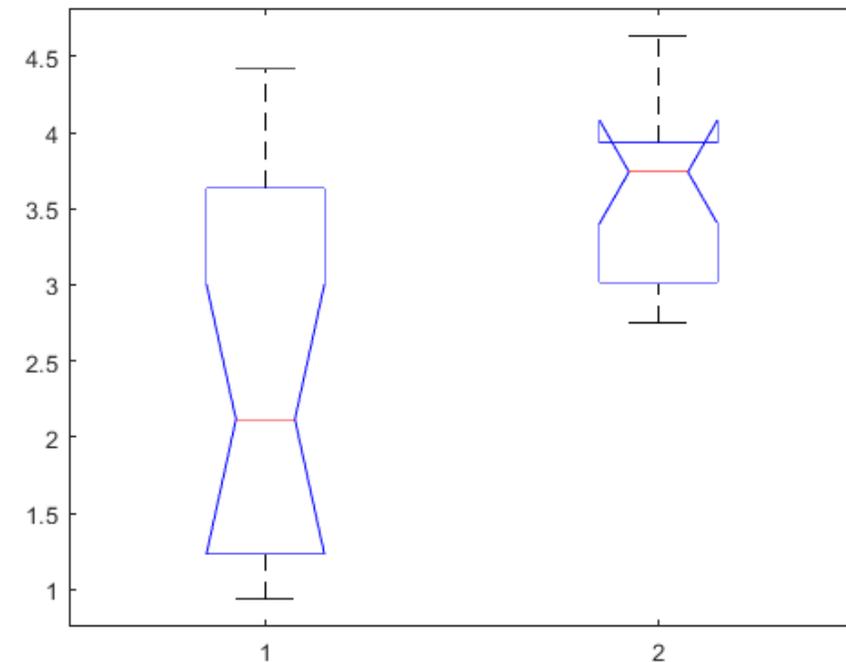
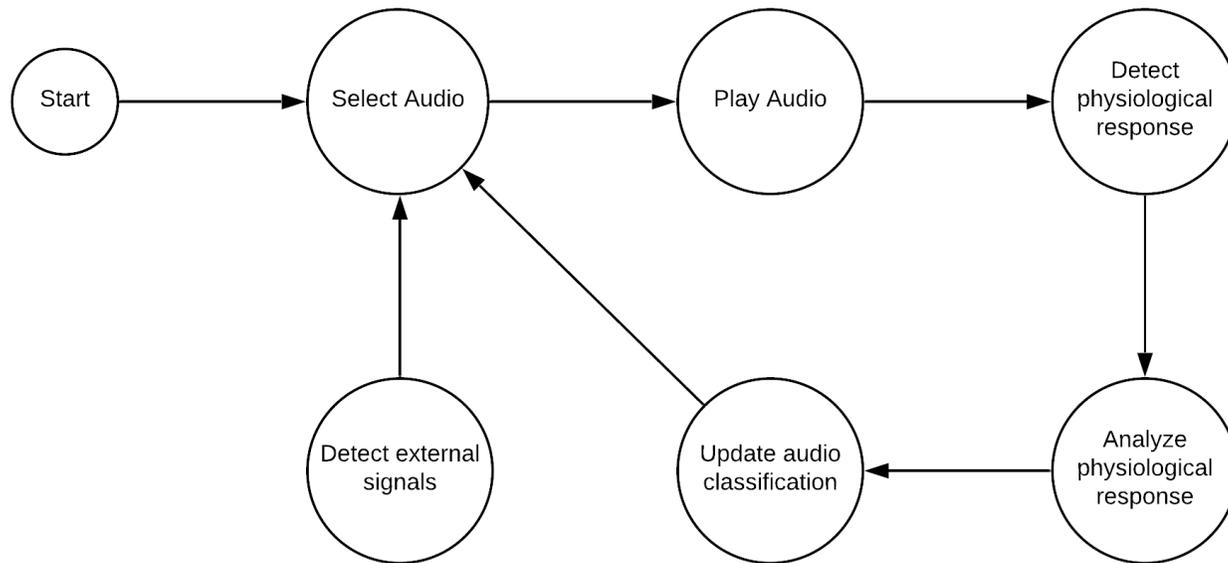


Fig. I3: Boxplot delle distribuzioni della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra) nelle sessioni con cuffie

SECONDO ESPERIMENTO - CONFRONTO

Feature	Audio Rilassanti		Audio Stressanti	
	Cuscino	Cuffie	Cuscino	Cuffie
GSR Δ Frequenza dei picchi	50.00%	55.56%	83.33%	61.11%
PPG Δ Frequenza dei picchi	83.33%	72.22%	100.00%	100.00%
GSR Δ Coefficiente di Regressione	55.56%	44.44%	55.56%	38.89%

CONCLUSIONI



- Caratteristiche oggettive degli audio da considerare
- Criticità nella registrazione della risposta fisiologica
- Importanza dello stato iniziale del soggetto, necessità di integrazione dei risultati dei questionari
- Difficoltà dei partecipanti nelle risposte ai questionari



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

PRIMO ESPERIMENTO - ANALISI KRUSKAL-WALLIS

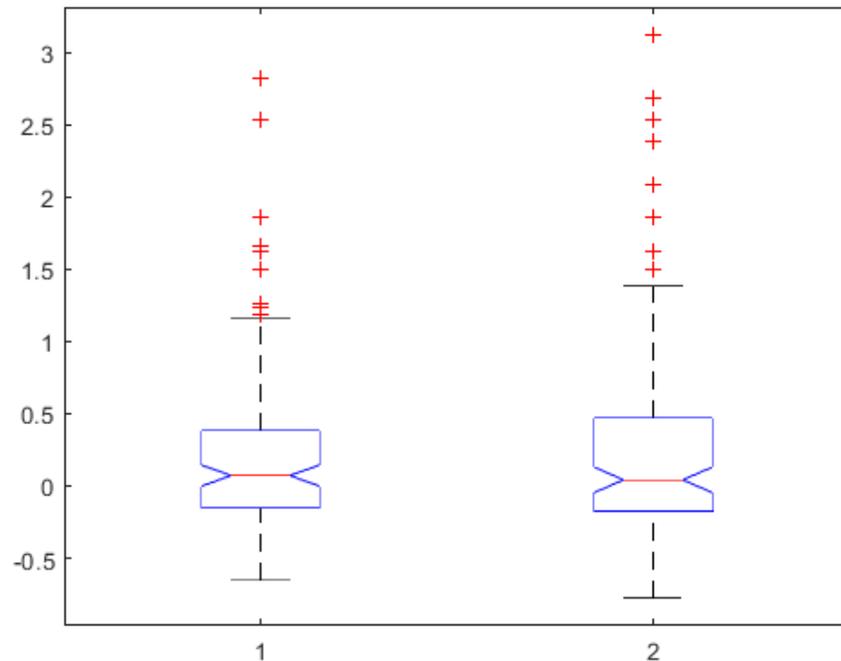


Fig. 14: Boxplot delle distribuzioni dei delta della frequenza dei picchi nei segnali GSR (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra)

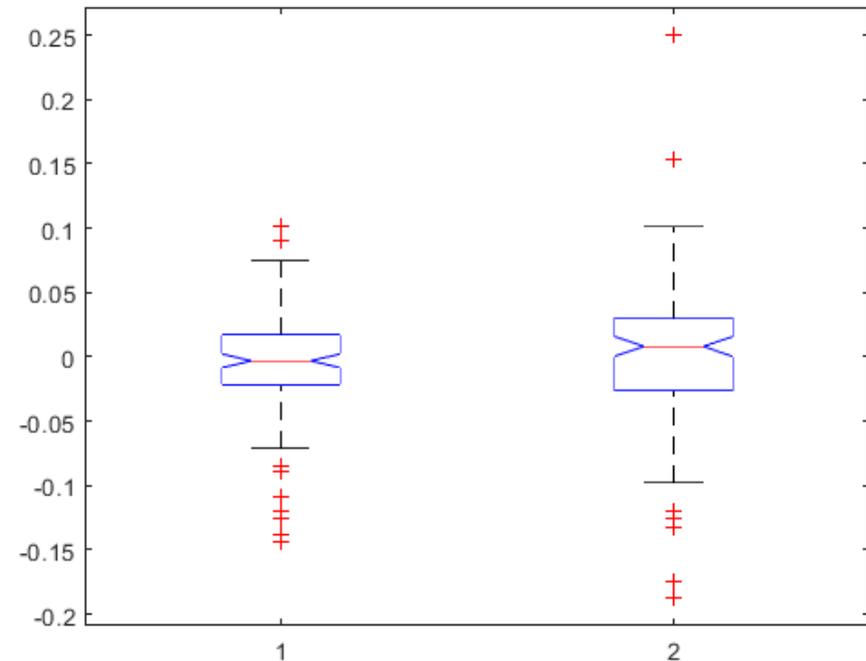


Fig. 15: Boxplot delle distribuzioni dei delta della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra)

SECONDO ESPERIMENTO - CONFRONTO KRUSKAL-WALLIS

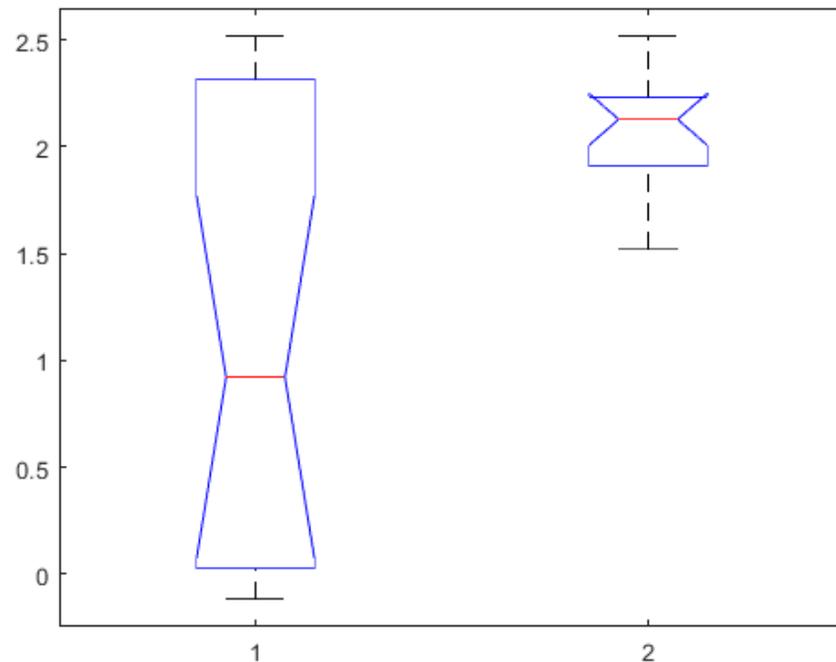


Fig. 16: Boxplot delle distribuzioni del delta della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra) nelle sessioni con cuscino

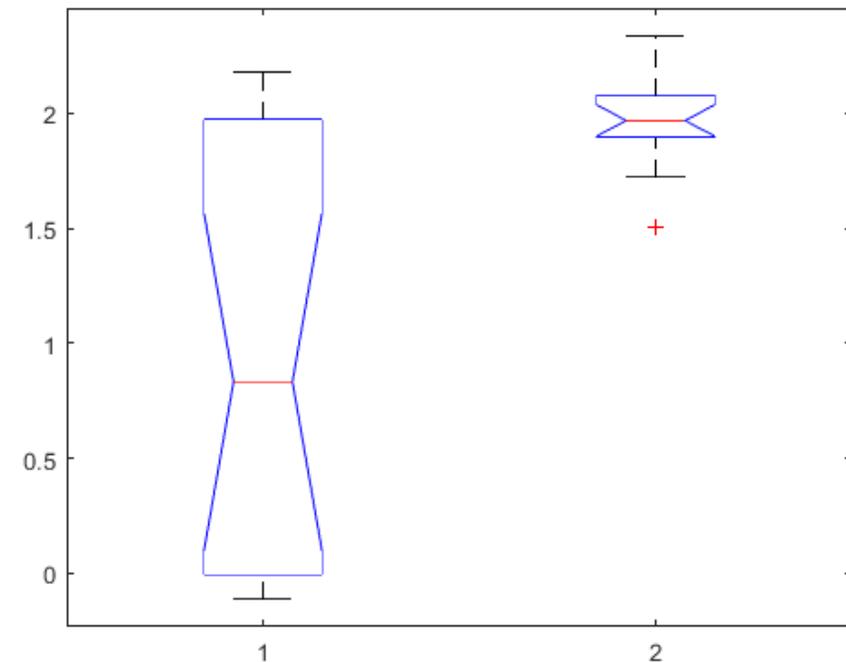


Fig. 17: Boxplot delle distribuzioni del delta della frequenza dei picchi nei segnali PPG (audio rilassanti a sinistra, stressanti a destra) nelle sessioni con cuffie

RISPOSTA FISIOLGICA DURANTE IL QUESTIONARIO

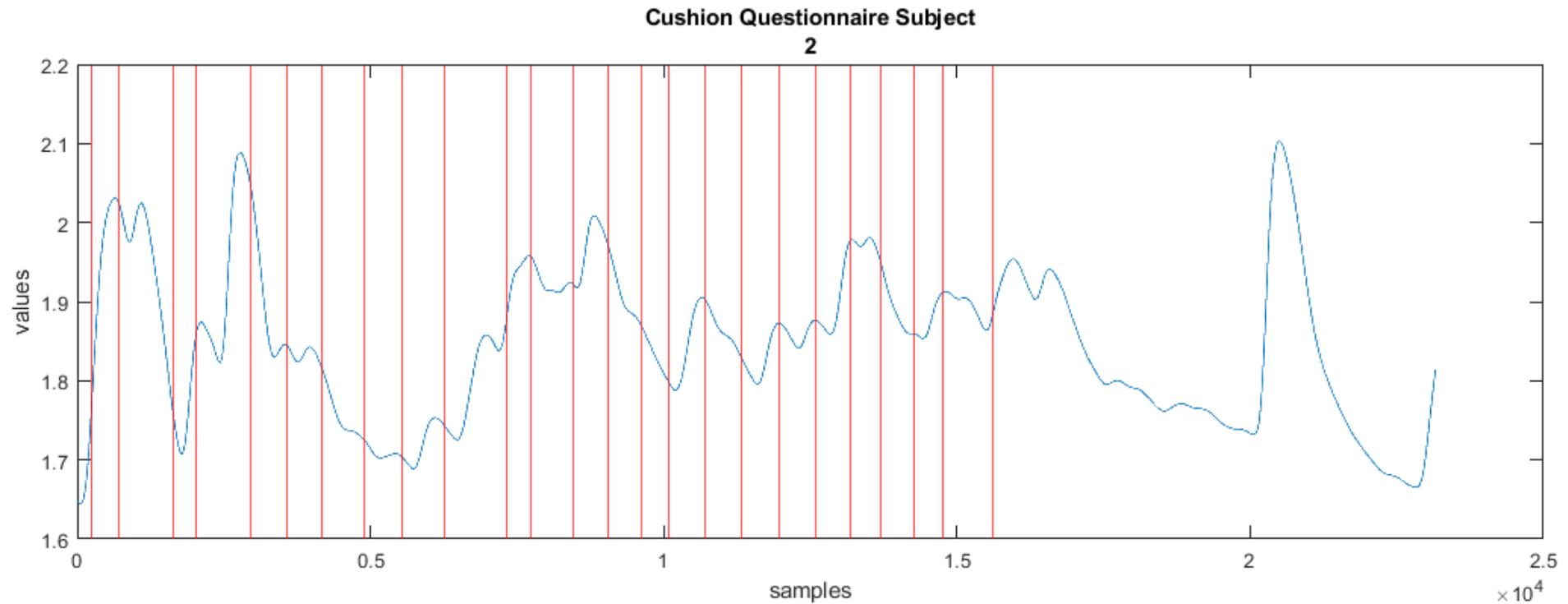


Fig. 18: Grafico che mostra la parte fasica del segnale GSR durante il questionario nella sessione del cuscino del soggetto 2

RISPOSTA FISIOLGICA DURANTE IL QUESTIONARIO

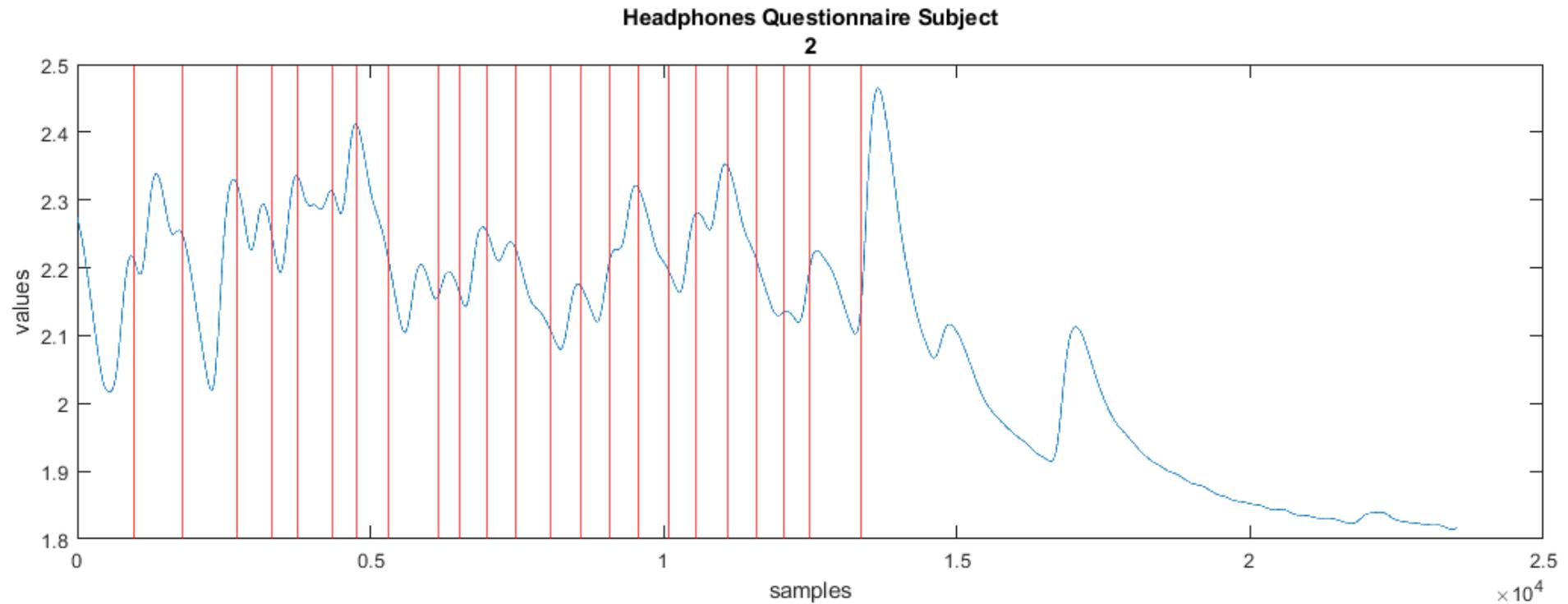


Fig. 19: Grafico che mostra la parte fasica del segnale GSR durante il questionario nella sessione delle cuffie del soggetto 2

REFERENCE

- [1] Rosalind W Picard, *Affective computing*, 2000
- [2] Fatma Nasoz et al. “Emotion recognition from physiological signals using wireless sensors for presence technologies”. In: *Cognition, Technology & Work* 6.1 (2004), pp. 4–14
- [3] Daniela Girardi, Filippo Lanubile, and Nicole Novielli. “Emotion detection using noninvasive low cost sensors”. In: *2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*. IEEE. 2017, pp. 125–130.
- [4] Sander Koelstra et al. “Deap: A database for emotion analysis; using physiological signals”. In: *IEEE transactions on affective computing* 3.1 (2011), pp. 18–31.
- [5] Charles D Spielberger. “State-Trait anxiety inventory”. In: *The Corsini encyclopedia of psychology* (2010), pp. 1–1.
- [6] Ramanathan Subramanian et al. “ASCERTAIN: Emotion and personality recognition using commercial sensors”. In: *IEEE Transactions on Affective Computing* 9.2 (2016), pp. 147–160.