


















Correlazione tra Action units e Valence/Arousal

Di seguito si mostrano i risultati degli approcci implementati con ARIMA e regressione con ARD (Automatic Relevance Determination) sulle serie temporali annotate per valori di Valence e Arousal (a cui è stata applicata la gold standard utilizzando EWE), per stimare il contributo di Action units. A differenza di ARD, in ARIMA, che è un autoregressore, si tiene conto dei valori precedenti di Valence e Arousal della serie temporale.

Per il training di entrambi i modelli, le serie temporali, suddivise in serie da 7501 samples l'una, sono state concatenate in un'unica serie. Per ARD è stata fatta la fit del modello su un sottoinsieme del training set, mentre con ARIMA il modello è stato addestrato con 12 serie concatenate e validato sulle restanti 2 a disposizione.

Lista delle 17 Action units:

# Action unit	tipo action unit	immagine
1	<i>Frontalis, pars medialis</i>	
2	<i>Frontalis, pars lateralis</i>	
4	<i>orrugator supercilii, Depressor supercilii</i>	
5	<i>Levator palpebrae superioris</i>	
6	<i>Orbicularis oculi, pars orbitalis</i>	
7	<i>Orbicularis oculi, pars palpebralis</i>	
9	<i>Levator labii superioris alaeque nasi</i>	
10	<i>Levator labii superioris</i>	
12	<i>Zygomaticus major</i>	
14	<i>Buccinator</i>	
15	<i>Depressor anguli oris (a.k.a. Triangularis)</i>	

17	<i>Mentalis</i>	
20	<i>Risorius w/ platysma</i>	
23	<i>Orbicularis oris</i>	
25	<i>Depressor labii inferioris or relaxation of Mentalis, or Orbicularis oris</i>	
26	<i>Masseter, relaxed Temporalis and internal Pterygoid</i>	
45	<i>Relaxation of Levator palpebrae superioris; Orbicularis oculi, pars palpebralis</i>	

VALENCE

Test su ARD

L'ARD regression è stata applicata utilizzando le sole Action units come features per la stima dei parametri del modello

y = Serie di valori di Valence (gold standard)

Numero di features: 17

```
X = au_train.values[0:n_samples,:]
```

```
y = val_train.values[0:n_samples]
```

```
# Fit the ARD Regression
```

```
clf = ARDRegression(compute_score=True)
```

```
clf.fit(X, y)
```

La stima dei pesi w delle features del modello è stata fatta considerando in partenza che non ci fossero feature più rilevanti di altre ($w_i = 0$ per ogni feature i)

Su ARD, sono stati effettuati esperimenti con un training set di diversa dimensione per avere un'idea sulla variazione del tempo di esecuzione. È stato effettuato il confronto dei modelli tenendo conto del sottoinsieme più grande anche se presentava tempi di esecuzione molto elevati (più di 3 ore)

Avevamo a disposizione un dataset di 14 serie, ciascuna composto da 7500 samples

Per ogni esperimento è indicata la grandezza del sottoinsieme del dataset e il tempo di esecuzione.

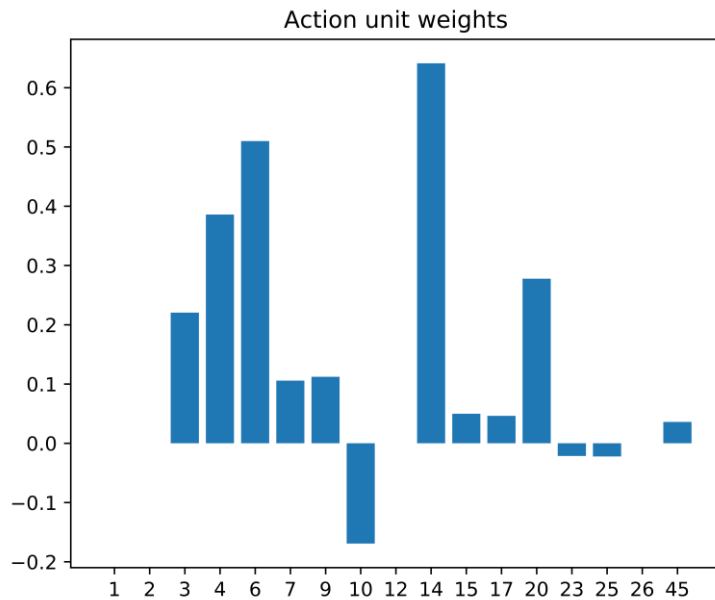
La soglia per determinare le Action units rilevanti è stata definita manualmente.

La fit dei parametri del modello ARD ha portato ai seguenti risultati:

Prima prova:




- N samples = 1000
- Tempo di esecuzione 5m10s

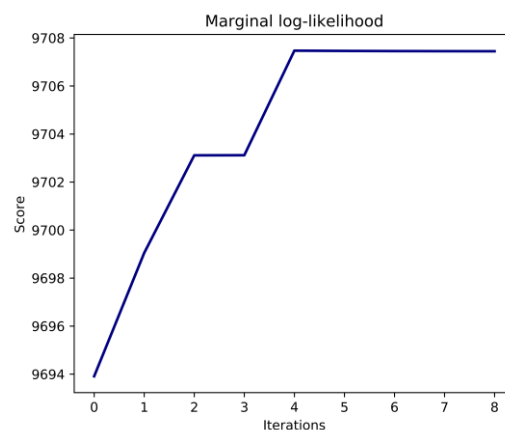
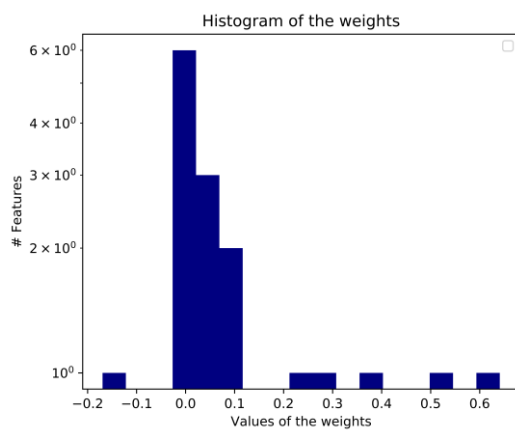
Stima dei pesi delle Action units con ARD



AU14_r 0.641113
 AU06_r 0.509860
 AU05_r 0.385993
 -----soglia = 0.3-----
 AU20_r 0.277684
 AU04_r 0.220422
 AU10_r -0.169393
 AU09_r 0.112204
 AU07_r 0.105664
 AU15_r 0.049784
 AU17_r 0.046201
 AU45_r 0.035946
 AU25_r -0.022263
 AU23_r -0.021410
 AU02_r 0.000000
 AU12_r 0.000000
 AU26_r 0.000000
 AU01_r 0.000000

Action units rilevanti:

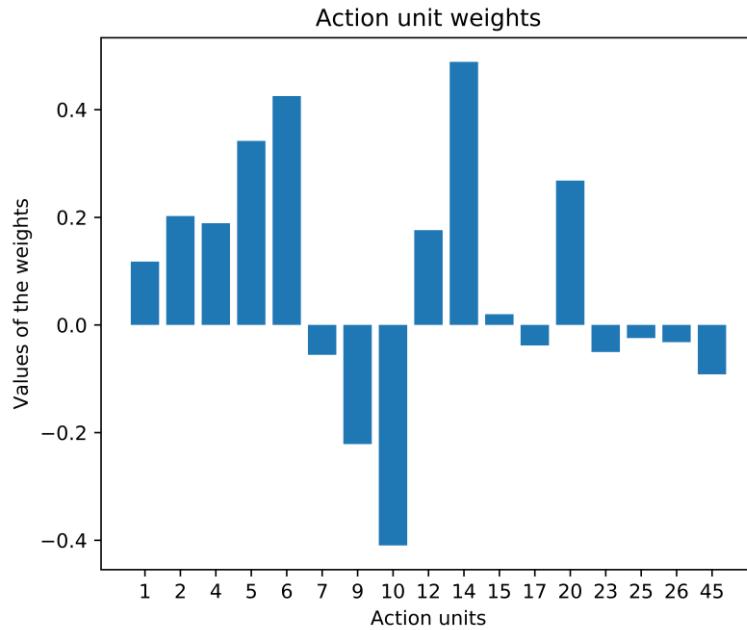
Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au14	0.641113				
Au06	0.509860				
Au05	0.385993				



Seconda prova:





- N samples = 7501 (1 video)
- Tempo di esecuzione 10m15s

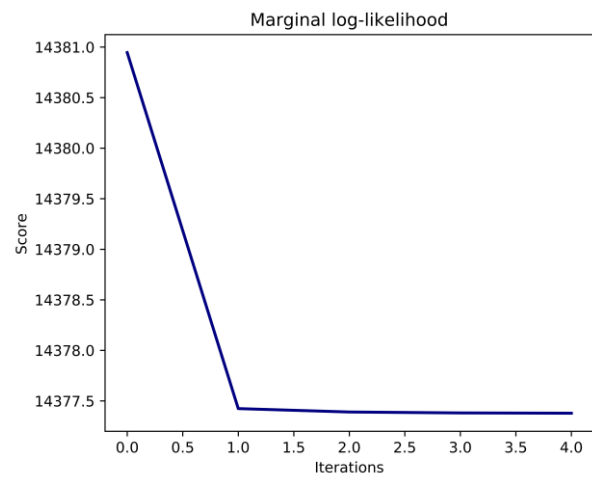
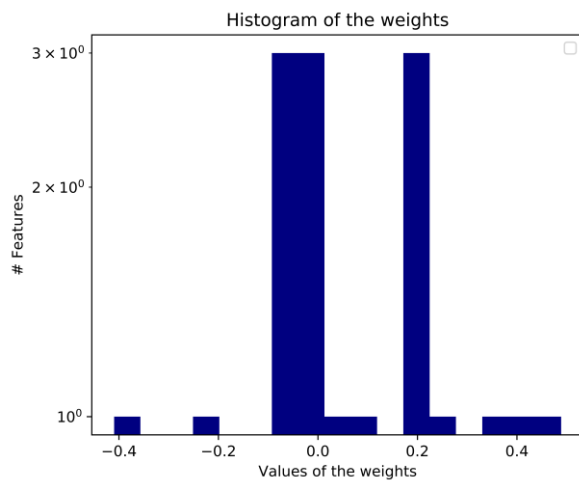
Stima dei pesi delle Action units con ARD



AU14_r 0.488825
AU06_r 0.425161
AU10_r -0.409584
AU05_r 0.341958
 -----*soglia* = 0.3-----
AU20_r 0.268114
AU09_r -0.221389
AU02_r 0.202267
AU04_r 0.188937
AU12_r 0.176116
AU01_r 0.117705
AU45_r -0.091798
AU07_r -0.055572
AU23_r -0.050360
AU17_r -0.038072
AU26_r -0.032030
AU25_r -0.024378
AU15_r 0.019932

Action units rilevanti:

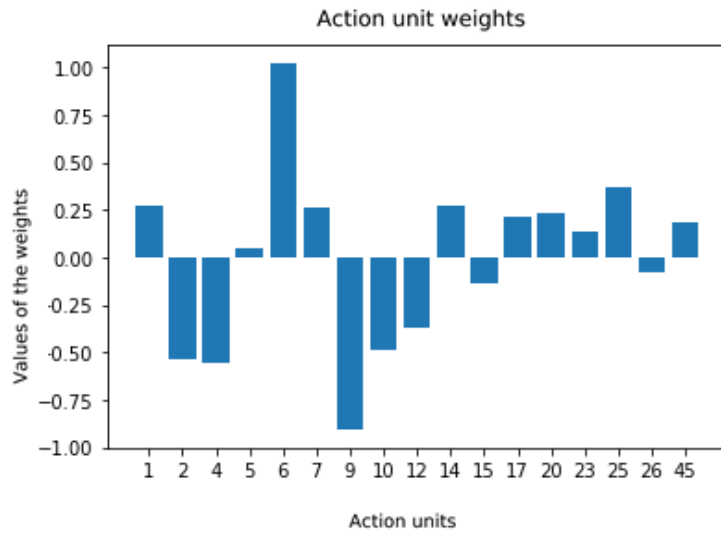
Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au14	0.488825		Au10	-0.409584	
Au06	0.425161				
Au05	0.341958				



Terza prova:








- N samples = 15002 (2 video)
- Tempo di esecuzione 49m5s

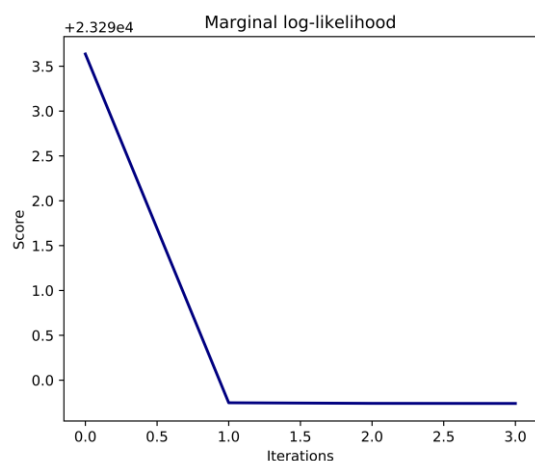
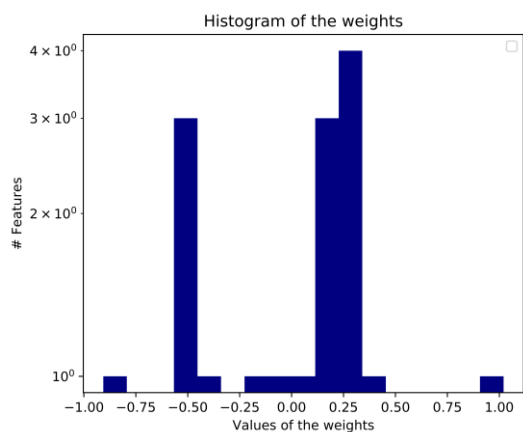
Stima dei pesi delle Action units con ARD



AU06_r 1.020633
 AU09_r -0.906307
 AU04_r -0.553814
 AU02_r -0.532620
 AU10_r -0.483557
 AU12_r -0.375555
 AU25_r 0.374618
 ----soglia = 0.3 ----
 AU14_r 0.273610
 AU07_r 0.266859
 AU20_r 0.232637
 AU01_r 0.232127
 AU17_r 0.215511
 AU45_r 0.187780
 AU15_r -0.135632
 AU23_r 0.135598
 AU26_r -0.082773
 AU05_r 0.051368

Action units rilevanti:

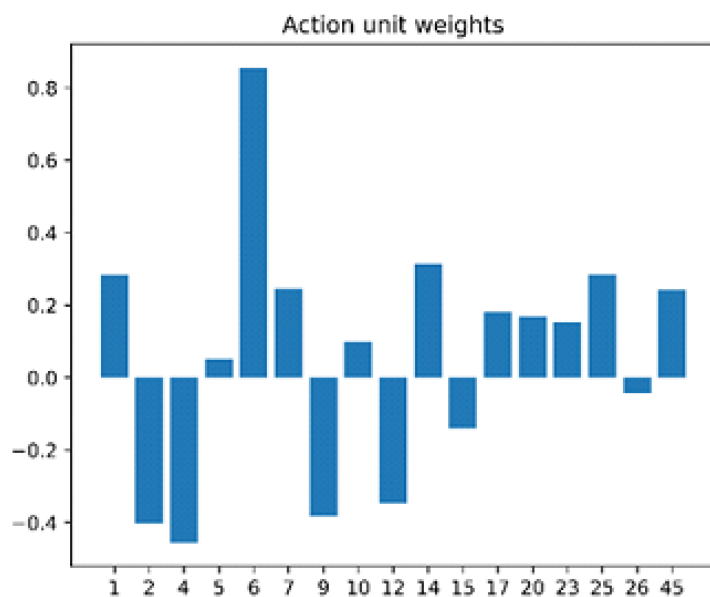
Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au06	1.020633		Au9	-0.906307	
Au25	0.374618		Au04	-0.553814	
			Au02	-0.532620	
			Au10	-0.483557	
			Au12	-0.375555	



Quarta prova:

- N samples = 22503 (3 video)
- Tempo di esecuzione 49m5s

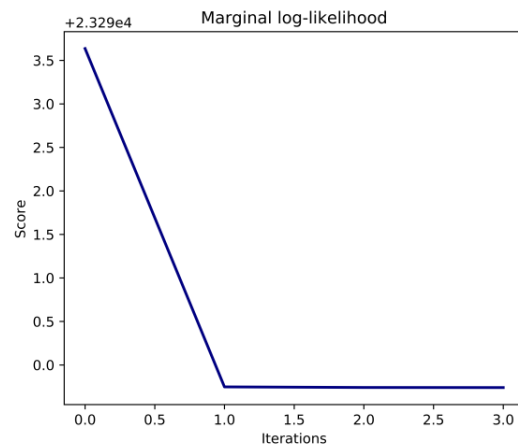
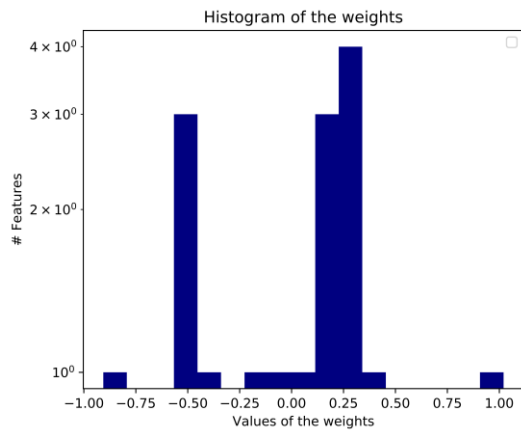
Stima dei pesi delle Action units con ARD



AU06_r 0.854778
 AU04_r -0.455376
 AU02_r -0.402586
 AU09_r -0.381713
 AU12_r -0.347120
 AU14_r 0.312974
 -----soglia = 0.3-----
 AU25_r 0.284661
 AU01_r 0.284442
 AU07_r 0.244590
 AU45_r 0.242282
 AU17_r 0.180254
 AU20_r 0.169565
 AU23_r 0.153070
 AU15_r -0.140656
 AU10_r 0.098552
 AU05_r 0.052166
 AU26_r -0.043562

Action units rilevanti:

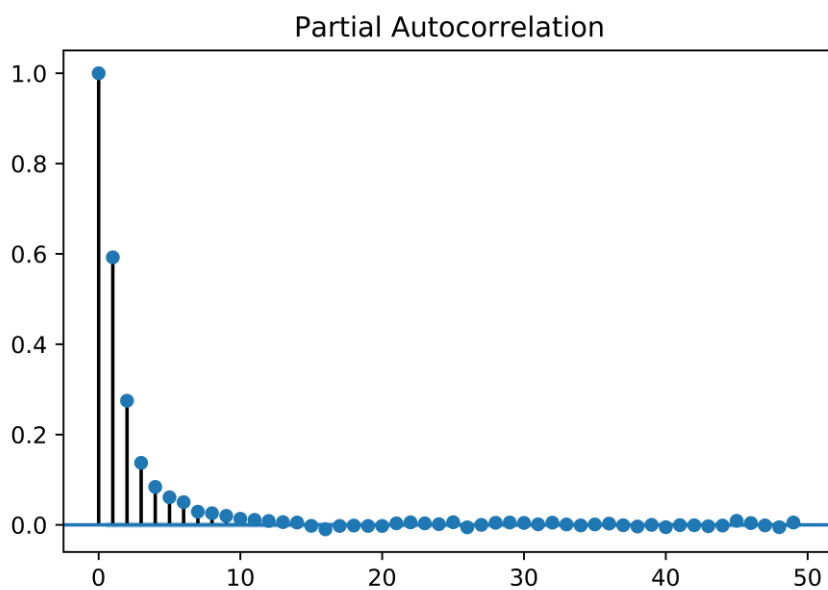
Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au06	0.854778		Au04	-0.455376	
Au14	0.312974		Au02	-0.402586	
			Au9	-0.381713	
			Au12	-0.347120	



ARIMA model

Il modello con ARIMA è stato stimato concatenando le serie del training set

Attraverso la Partial Autocorrelation Function (PACF) è stato selezionato un range di valori da assegnare al numero di valori p precedenti della serie da tenere conto nella predizione del valore successivo.



$p = [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]$

il modello migliore è stato considerato quello con AIC minore

- AIC minore: -847191.1761826432
- Modello: ARIMA(9,1,0) (d=1 per eliminare la stazionarietà della serie)

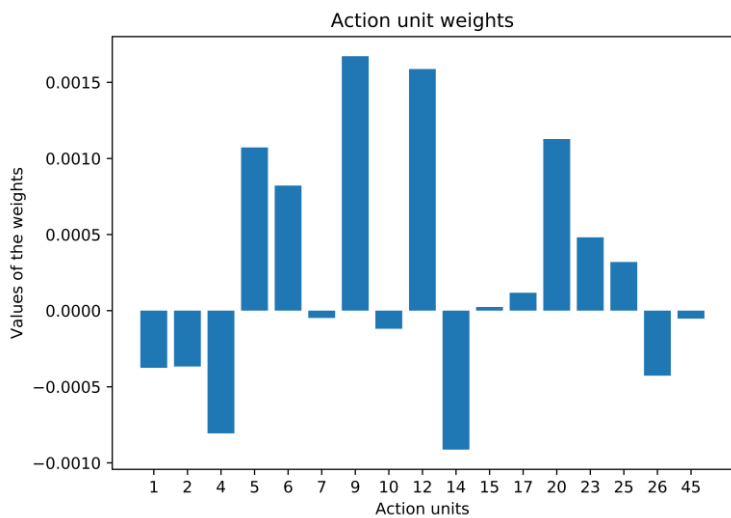
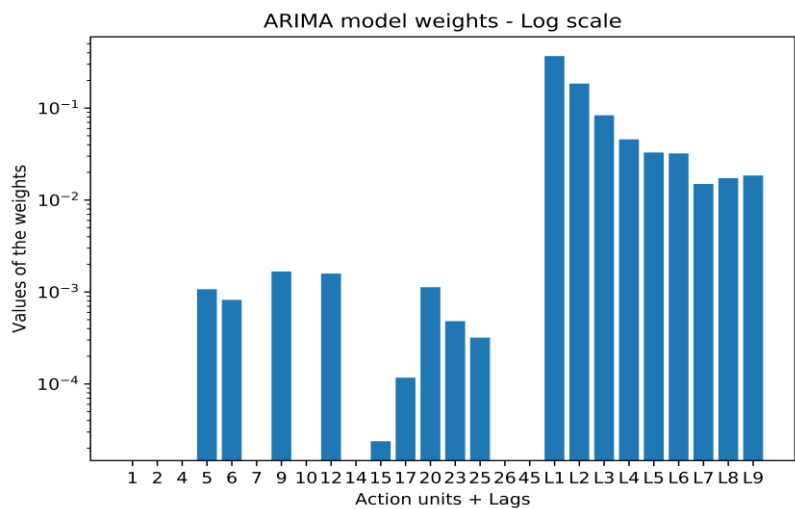
Nota: L'AIC diminuisce al crescere del numero parametri p dei valori precedenti della serie e, anche facendo delle prove con un valore di p inferiore a 9 i pesi stimati per le Action units non cambiano significativamente

Applicazione di ARIMA(9,1,0):

Laddove è presente una x, significa che per quel coefficiente, si è trovato che: $P > |Z| > 0.05$ (p-value), e non è considerato attendibile .

ARIMA(9,1,0)

- N samples: 12 serie (90012)
- Tempo di esecuzione: 1m56s



Valori precedenti

- Lag t-1 0.368532
- Lag t-2 0.184910
- Lag t-3 0.083641
- Lag t-4 0.045806
- Lag t-5 0.032899
- Lag t-6 0.032137
- Lag t-7 0.014972
- Lag t-8 0.017317
- Lag t-9 0.018494

Action units

- AU09_r 0.001672
- AU12_r 0.001587
- AU20_r 0.001127








- AU05_r 0.001072
- AU14_r -0.000913
- AU06_r 0.000821
- AU04_r -0.000806

-----soglia = 0.008-----

- AU23_r 0.000481
- AU26_r -0.000428
- AU01_r -0.000376 x
- AU02_r -0.000367 x
- AU25_r 0.000319
- AU10_r -0.000119 x
- AU17_r 0.000117 x
- AU45_r -0.000053 x
- AU07_r -0.000048 x
- AU15_r 0.000024 x

Action units rilevanti:

Pesi positivi (Valence positiva)	Pesi negativi (Valence negativa)
----------------------------------	----------------------------------

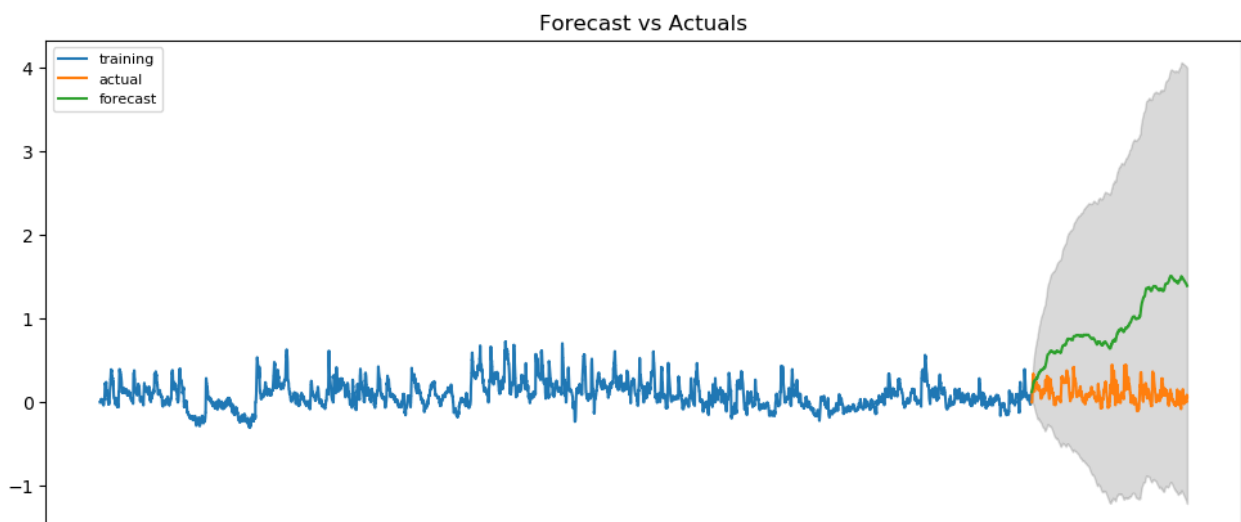
Au09	0.001672		Au14	-0.000913	
Au12	0.001587		Au04	-0.000806	
Au20	0.001127				
Au05	0.001072				
Au06	0.000821				

Tutte le Action units rilevanti hanno peso associato considerato attendibile.

Validazione del modello:

Predizione dei valori del validation set con il modello trovato attraverso il training (fit di ARIMA):

- Nella predizione si è tenuto conto di tutti i pesi di tutte le Action unit



Nota:

La validazione è stata fatta utilizzando `forecast(step=len(validation_set))` sul mdello trovato con `Arima(9,1,0)`, che predice un numero di valori successivi della serie delle differenze, che è pari al parametro `step`:

```
model = ARIMA(train, order=order, exog=au_train.values)
```

```
fitted = model.fit(dispatch=-1)
```

```
fc, se, conf = fitted.forecast(au_valid.shape[0], exog=au_valid.values, alpha=alpha)
```

I valori predetti sono stati riconvertiti dalla serie delle differenze e il risultato ottenuto non è soddisfacente, i la serie predetta tende a crescere e i valori assumono valori, positivi e superiori a 1 che è il limite superiore per i valori di Valence e Arousal nella serie dei dati originali.

Confronto tra i due modelli

Il risultato del modello ARIMA è stato confrontato con il risultato di ARD della prova 4 (subset di 3 video che 3 ore e 16 minuti per il test). Dalla stima dei valori dei pesi fatta con entrambi modelli si deduce che

- Au06 è una Action unit importante e contribuisce ad un valore positivo di Valence.



- Au06 è una Action unit importante e contribuisce ad un valore negativo di Valence.



- Au14, Au09 e Au12 sono significative per entrambi i modelli ma c'è discordanza di segno del peso.



- Au02 è significativa solo per ARD.



- Au05 è significativa solo per ARIMA.



La soglia di rilevanza è stata fissata manualmente per indicare quali Action units hanno un peso stimato più significativo. Si evidenziano delle discordanze nei due modelli, ma c'è da sottolineare che, per quanto riguarda ARIMA, il peso stimato associato ai valori precedenti della serie è molto più significativo (ordine 10^{-1}) del contributo delle Action units (ordine 10^{-4}), che hanno un peso molto simile tra di loro.

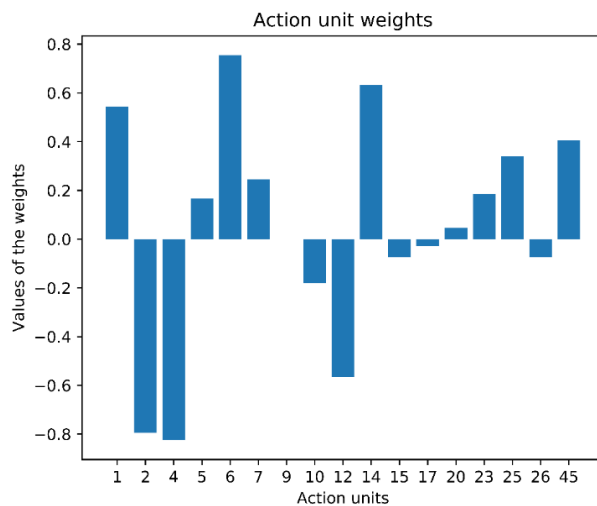
Da notare in particolare, che le Action units legate ai pattern dell'espressione degli occhi sono le più frequenti.

ARD e ARIMA con Arousal: Seguendo un ragionamento del tutto analogo a quello fatto per Valence, sono stati trovati i modelli di ARD e ARIMA che stimano il contributo delle Action units per la predizione di valori di Arousal (gold standard).

Test su ARD:

- Viene riportato direttamente l'esito della prova effettuata con subset di 3 video (22503 samples)
- Tempo di esecuzione 3h24m

Stima dei pesi delle Action units con ARD











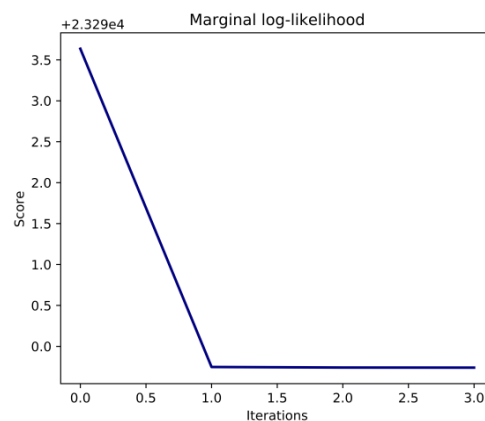
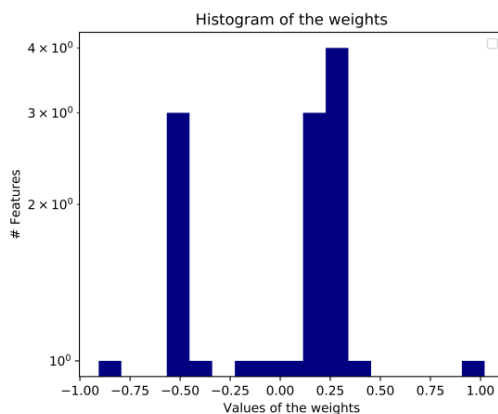
```

AU04_r -0.825326
AU02_r -0.794717
AU06_r 0.755296
AU14_r 0.632849
AU12_r -0.565228
AU01_r 0.544894
AU45_r 0.405855
AU25_r 0.340222
-----soglia = 0.3---
AU07_r 0.245833
AU23_r 0.185947
AU10_r -0.180096
AU05_r 0.166190
AU15_r -0.074986
AU26_r -0.073915
AU20_r 0.045055
AU17_r -0.027914
AU09_r 0.000000

```

Action units rilevanti:

Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au06	0.755296		Au04	-0.825326	
Au14	0.632849		Au02	-0.794717	
Au01	0.544894		Au12	-0.565228	
Au45	0.405855				
Au25	0.340222				

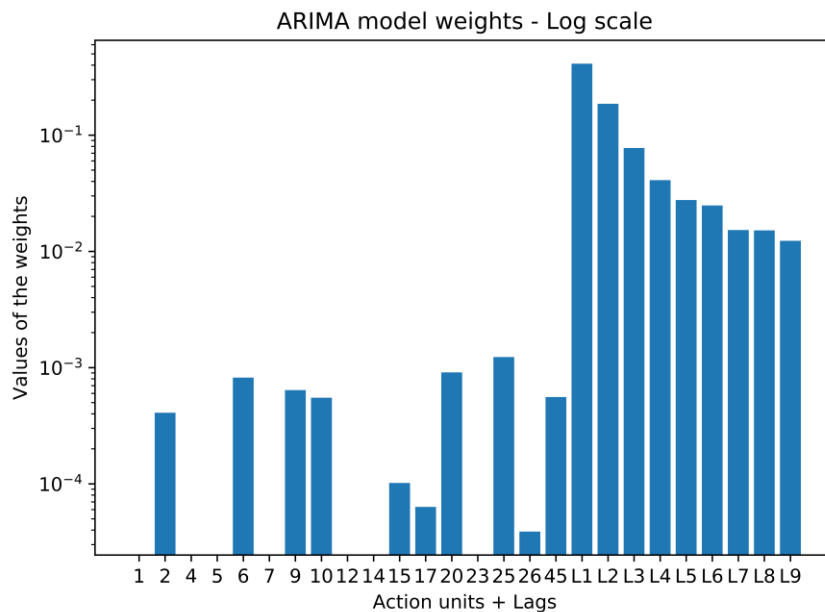


ARIMA

Anche con Arousal, il modello migliore è risultato essere quello con $p=9$

ARIMA(9,1,0)

- N samples: 12 serie (90012)
- Tempo di esecuzione: 1m44s

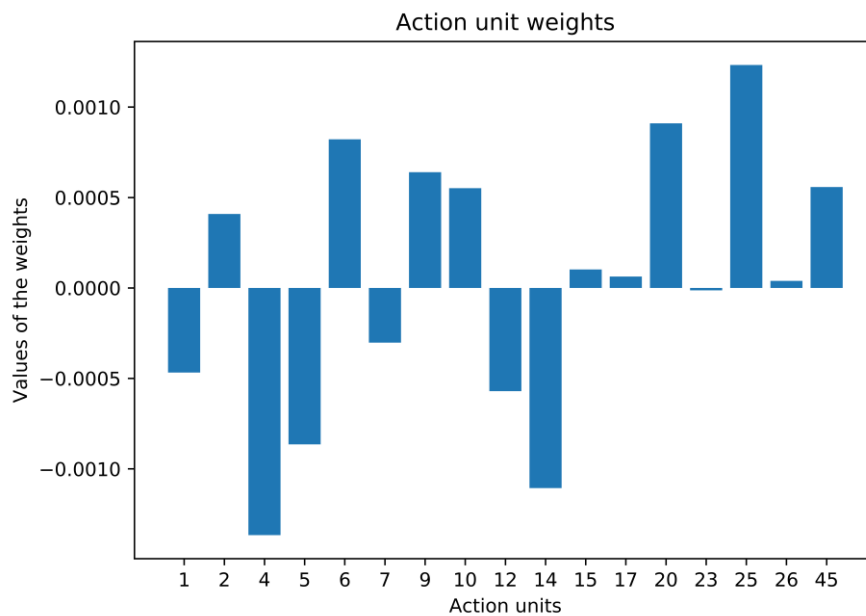


valori precedenti







Lag t-1 0.412612
 Lag t-2 0.186306
 Lag t-3 0.077620
 Lag t-4 0.041022
 Lag t-5 0.027675
 Lag t-6 0.024859
 Lag t-7 0.015285
 Lag t-8 0.015159
 Lag t-9 0.012331

Action units

AU04_r -0.001366
 AU25_r 0.001233
 AU14_r -0.001106
 AU20_r 0.000910 x
 AU05_r -0.000865 x
 AU06_r 0.000821 x
 ----soglia = 0.0008----
 AU09_r 0.000640 x
 AU12_r -0.000570 x
 AU45_r 0.000558
 AU10_r 0.000551 x
 AU01_r -0.000468 x
 AU02_r 0.000409 x
 AU07_r -0.000302 x
 AU15_r 0.000102
 AU17_r 0.000063 x
 AU26_r 0.000039
 AU23_r -0.000014 x



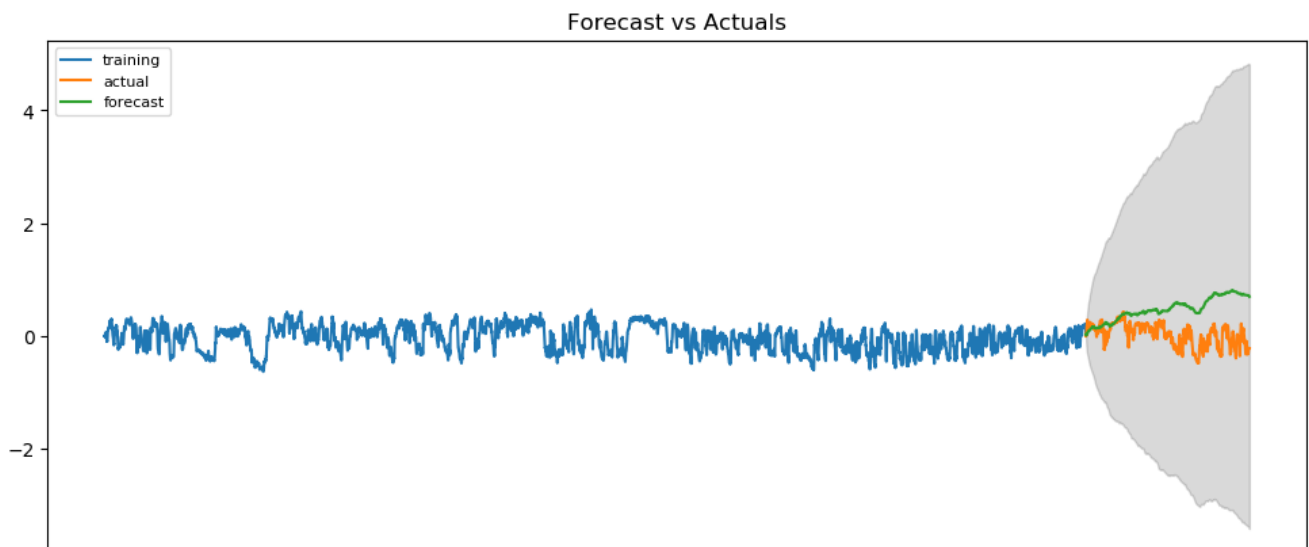
Da notare che, in questo caso, diversi valori dei coefficienti delle Action units non sono attendibili, anche tra quelli più significativi (x)

Pesi positivi (Valence positiva)			Pesi negativi (Valence negativa)		
Au25	0.001233		Au04	-0.001366	
Au20 x	0.000910		Au14	-0.001106	
Au6 x	0.000821		Au05 x	-0.000865	

Validazione del modello.

Predizione dei valori del validation set con il modello trovato attraverso il training (fit di ARIMA):

- Nella predizione si è tenuto conto di tutti i pesi di tutte le Action units



Confronto tra i due modelli

Come per l'esperimento su Valence, il risultato del modello ARIMA è stato confrontato con il risultato offerto da ARD con un training set di 3 video. Dalla stima dei valori dei pesi fatta con entrambi i modelli si deduce che

- Au06 è una Action unit importante e contribuisce ad un valore positivo di Arousal (per ARIMA il valore non è però attendibile)



- Au04 è una Action unit importante e contribuisce ad un valore negativo di Arousal



- Au14 è significativa per entrambi i modelli ma c'è discordanza di segno del peso



- Au01, Au45, Au2 e Au12 sono significative solo per ARD



- Au05, Au20 sono significative solo per ARIMA (ma entrambe non attendibili)



Anche in questo caso le Action units legate ai pattern dell'espressione degli occhi sono le più frequenti e si notano discordanze fra i due modelli, considerando che in ARIMA, come per Valence, il contributo delle Action units è molto piccolo in confronto a quello dei valori precedenti della serie.

Diversi parametri stimati da ARIMA nel caso di Arousal inoltre, sono da considerarsi poco attendibili.

(quelli indicati con x, ovvero i coefficienti per i quali $P > |Z| > p_value$)