

Relazione sui rimbalzi di una pallina

Aiello Giosuè, Fenili Domenico, Sermi Francesco

7 febbraio 2024

Indice

1	Titolo	3
2	Premesse teoriche	3
3	Strumenti e materiali	3
4	Descrizione sulle misure	3
5	Analisi dei dati	4
6	Appendice	4
6.1	Codice Python utilizzato	4

1 Titolo

Determinare la validità del modello teorico scelto per una pallina che cade rimbalzando su una superficie rigida

2 Premesse teoriche

Nel modello più semplice ipotizzabile per una pallina che cade rimbalzando, possiamo supporre che questa perda una frazione γ indipendentemente dalla velocità posseduta prima della caduta. Se lasciamo cadere quindi una pallina da un'altezza nota h_0 con velocità iniziale nulla:

$$h_n = h_0 \gamma^n \quad (1)$$

dove n rappresenta il numero di rimbalzi. In questo modello è facilmente dimostrabile che l'altezza massima raggiungibile può essere determinata partendo dai tempi di rimbalzo con la seguente formula, sebbene non tenga conto di effetti come la resistenza dell'aria:

$$h_n = \frac{1}{8} g (t_n - t_{n-1})^2 \quad (2)$$

3 Strumenti e materiali

Per effettuare questa esperienza abbiamo utilizzato i seguenti materiali:

- una pallina da tennis, abbastanza elastica;
- un metro a nastro

Per quanto riguarda gli strumenti abbiamo invece utilizzato:

- **Audacity**, software per l'elaborazione dei file audio;
- uno smartphone, per registrare dei file audio;

4 Descrizione sulle misure

Prima di procedere con le misure sono state effettuate facendo una serie di registrazioni di prova per verificare quale fosse l'altezza ottimale per effettuare il maggior numero di misurazioni.

La pallina, in base al materiale di cui è fatta, perderà una maggiore o una minore frazione di energia cinetica ad ogni urto, urtando più o meno volte contro il pavimento, pertanto dovevamo individuare l'altezza h_0 da cui era possibile ottenere un buon numero di urti. Oltre a ciò queste prove si sono rivelate utili per individuare la posizione dello smartphone migliore per misurare in maniera più efficace la pressione sonora esercitata dagli urti della pallina contro il pavimento (un accorgimento che si rivelerà molto utile nel momento in cui verranno fatte le analisi sul campione audio registrato).

Considerazioni: nel nostro setup sperimentale, fino ad ora le uniche fonti di errori possono derivare dalla possibilità pallina urti contro altri oggetti presenti nelle vicinanze e siano presenti dei rumori che possono invalidare la registrazione audio effettuata con lo smartphone. Per ovviare a questo problema abbiamo deciso di lavorare in un ambiente spazioso e il più silenzioso possibile.

```
1 import wave
2 import numpy as np
3 from matplotlib import pyplot as plt
4 stream = wave.open("./Audio.wav")
5 signal = np.frombuffer(stream.readframes(
6     stream.getnframes()), dtype=np.int16)
7 t = np.arange(len(signal)) / stream.
8     getframerate()
9 plt.figure("Rimbalzi pallina")
10 plt.plot(t, signal)
11 plt.xlabel("Tempo [s]")
12 plt.savefig("Grafico_rimbalzo.pdf")
13 plt.show()
```

Successivamente abbiamo effettuato le misure. Dopo aver raccolto il campione audio, siamo passati ad analizzarlo con la libreria *matplotlib*. Non disponendo di un'applicazione per la registrazione dei suoni in grado di registrare in formato *.wave* abbiamo utilizzato il software **Audacity** per convertire il file in un formato in grado di essere letto dalla libreria. Il codice usato per rappresentare il campione audio è riportato qua di lato.

La determinazione degli istanti in cui è avvenuto il rimbalzo è la fase più delicata della raccolta dati di questa esperienza e quello più soggetta agli errori accidentali e sistematici. Come si può vedere dalla 1 qua di lato, infatti, non è possibile individuare in maniera precisa l'*esatto* istante temporale in cui è avvenuto il rimbalzo a causa della natura impulsiva delle forze che hanno agito sulla pallina.

5 Analisi dei dati

Per questa analisi abbiamo utilizzato il metodo del parametro libero del fit rispetto al valore h_0 . Abbiamo realizzato con il linguaggio di programmazione Python e la funzione `curve_fit` della libreria `scipy` un grafico delle altezze h_n in funzione dell'indice n che rappresenta l' n -esimo rimbalzo della pallina. Siccome il modello teorico che avevamo ipotizzato era della forma:

$$h_n = h_0 \gamma^n$$

dovrebbe risultare che i nostri dati si dispongono come un esponenziale e quindi dovrebbero apparire come una retta in scala semilogaritmica. Inoltre, tenendo h_0 come parametro libero, possiamo confrontare il valore stimato dal fit con quello reale per valutare di quanto si discosta dalla realtà il modello teorico. Per quanto riguarda la determinazione degli errori, abbiamo considerato

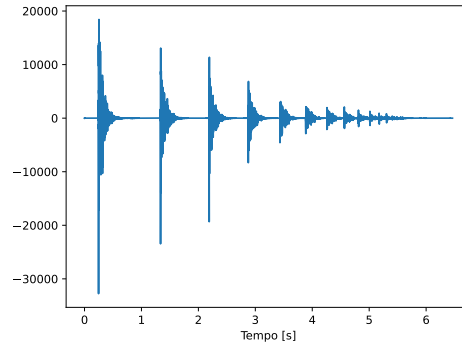


Figura 1: Immagine audio del campione audio misurato dal telefono: ogni rimbalzo della pallina è caratterizzato da un attacco più lungo ed una coda relativamente più lunga e già si intuisce il problema di individuare l'intervallo in cui è avvenuto l'urto

6 Appendice

6.1 Codice Python utilizzato

Per la realizzazione di questa esperienza, abbiamo utilizzato il seguente codice *Python*