

# Bilancia a due piatti: rapporto di calibrazione

Tommaso Raffaelli

2024-12-09

## CONTENTS

<b>1</b>	<b>Overview dell'esperimento</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Preparazione dei dati</b>	<b>2</b>
2.1	Lettura dei dati . . . . .	3

## LIST OF FIGURES

\* Tutte le tabelle troppo grandi per la visualizzazione all'interno del documento verranno messe per intero alla fine del documento

- Preparazione delle misure
- Preparazione dei dati
- Sviluppo del modello
- Controllo dei residui
- Comparazione con punti di test
- Test con bootstrap
- Conclusione
- Variabili modificabili

Durante la fase di test possiamo modificare due parametro della bilancia che sono:

- “Forza sul piatto sinistro“
- Differenza della forza fra i due piatti

Il primo varia fra 100 e 500 a intervalli di 50 invece il secondo varia fra -50 e 50 a intervalli di 5. Generando una tabella di esecuzione delle misurazioni usando la funzione `expand.grid` si nota che essa è di dimensione  $192 \times \dots$ ; essendo che il nostro esperimento è svolto digitalmente possiamo andare a prelevare tutte le combinazioni senza avere particolari conseguenze in termini di tempo e di spesa, cosa che in un test reale sarebbe da riconsiderare.

## 1 OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO

### 2 PREPARAZIONE DEI DATI

Come detto in precedenza durante la taratura possiamo modificare due variabili del sistema *forza sul piatto sinistro* che chiameremo `Forza_sx` e *differenza fra i due piatti* che verrà chiamata `Delta_forza`. Deciso questo possiamo generare una tabella di test che verrà data all'operatore che svolgerà le misurazioni per la calibrazione

```
Ord_dati <- expand.grid(Forza_sx = seq(100, 500, 50),
  Delta_forza = seq(-50, 50, 5), Risultato = NA) %>%
  mutate(StdOrd = 1:n(), RunOrd = sample(n()), .before = Forza_sx) %>%
  arrange(RunOrd)

write.csv(Ord_dati, "Test_suite.csv")
```

Definiamo `StdOrd` come ordine in cui `expand.grid` ha generato la tabella e `RunOrd` come una *casualizzazione* di `StdOrd`.

Ottenendo la seguente tabella 2.1:

```
kable(Ord_dati[1:5, ], booktabs = T, caption = "Ordine di test") %>%
  kable_styling(latex_options = c("striped", "HOLD_position"),
    position = "center")
```

Table 2.1. Ordine di test

StdOrd	RunOrd	Forza_sx	Delta_forza	Risultato
100	1	100	5	NA

148	2	250	30	NA
70	3	400	-15	NA
51	4	350	-25	NA
65	5	150	-15	NA

L'operatore seguirà l'ordine indicato da RunOrd ottenendo una casualizzazione dell'ordine di esecuzione.

## 2.1 Lettura dei dati

```
Misurazioni_random <- read.csv("Misurazioni_random_1.csv", comment = "#")
Misurazioni_ordinate <- read.csv("Misurazioni_ordinate.csv", comment = "#")
Misurazioni_random
```

```
##      time  F1  DF  angle
## 1      0 150  50   6.96
## 2     60 350  50   3.86
## 3    120 500  -5   0.09
## 4    180 250 -20  -2.07
## 5    240 350  20   1.53
## 6    300 400   0   0.28
## 7    360 500 -45  -2.38
## 8    420 250  15   1.54
## 9    480 350   5   0.79
## 10   540 300  25   2.10
## 11   600 150 -40  -7.46
## 12   660 400  40   2.73
## 13   720 350 -20  -1.55
## 14   780 400  45   3.16
## 15   840 150 -15  -2.50
## 16   900 200   5   0.98
## 17   960 350 -50  -3.68
## 18  1020 150  20   3.48
## 19  1080 200 -25  -3.21
## 20  1140 200   0   0.19
## 21  1200 200  25   3.41
## 22  1260 150  40   6.15
## 23  1320 100   5   0.95
## 24  1380 300  20   2.05
## 25  1440 450 -10  -0.49
## 26  1500 450 -40  -2.14
## 27  1560 250   5   0.73
## 28  1620 350  25   2.09
## 29  1680 150  25   3.80
## 30  1740 150  15   2.83
## 31  1800 500 -40  -1.69
## 32  1860 200  35   3.93
## 33  1920 450 -15  -0.67
## 34  1980 100  30   6.26
## 35  2040 100  25   5.24
## 36  2100 150 -45  -8.36
```

## 37	2160	100	-50	-13.96
## 38	2220	250	-35	-3.45
## 39	2280	200	40	4.84
## 40	2340	450	-35	-2.19
## 41	2400	450	-30	-1.76
## 42	2460	450	45	2.76
## 43	2520	450	-40	-2.77
## 44	2580	450	10	0.37
## 45	2640	350	-5	-0.36
## 46	2700	150	-20	-3.43
## 47	2760	250	35	3.81
## 48	2820	200	-35	-5.06
## 49	2880	500	50	2.91
## 50	2940	250	-25	-2.67
## 51	3000	450	25	1.77
## 52	3060	150	45	6.46
## 53	3120	200	-50	-7.33
## 54	3180	150	35	4.96
## 55	3240	350	10	0.87
## 56	3300	350	40	2.48
## 57	3360	300	-30	-2.87
## 58	3420	500	-25	-1.36
## 59	3480	150	-30	-5.48
## 60	3540	200	50	5.59
## 61	3600	100	-45	-12.42
## 62	3660	300	-40	-3.74
## 63	3720	300	-10	-0.94
## 64	3780	450	-45	-2.94
## 65	3840	100	-15	-3.60
## 66	3900	500	20	0.73
## 67	3960	300	-35	-3.43
## 68	4020	250	50	4.67
## 69	4080	400	-30	-2.63
## 70	4140	350	15	1.10
## 71	4200	100	10	1.99
## 72	4260	500	-15	-1.16
## 73	4320	100	0	-0.20
## 74	4380	100	-5	-1.06
## 75	4440	450	50	3.19
## 76	4500	500	25	0.94
## 77	4560	450	30	1.18
## 78	4620	100	-25	-6.30
## 79	4680	450	15	0.90
## 80	4740	250	45	3.90
## 81	4800	100	15	2.79
## 82	4860	100	20	4.45
## 83	4920	400	50	3.08
## 84	4980	300	-45	-4.41
## 85	5040	250	-40	-4.81
## 86	5100	450	40	1.94
## 87	5160	250	-45	-5.34
## 88	5220	200	-30	-4.01
## 89	5280	400	-10	-0.78
## 90	5340	500	35	1.74

## 91	5400	250	10	0.96
## 92	5460	500	40	2.02
## 93	5520	350	35	2.87
## 94	5580	250	40	3.65
## 95	5640	300	35	2.78
## 96	5700	200	15	1.56
## 97	5760	500	0	0.36
## 98	5820	150	-50	-9.24
## 99	5880	400	-30	-2.12
## 100	5940	300	-5	0.01
## 101	6000	200	-45	-6.54
## 102	6060	300	50	4.21
## 103	6120	300	5	0.76
## 104	6180	100	-20	-4.69
## 105	6240	200	-5	-0.69
## 106	6300	250	-15	-1.32
## 107	6360	150	30	5.01
## 108	6420	400	-50	-3.54
## 109	6480	400	-15	-0.87
## 110	6540	200	-20	-2.65
## 111	6600	100	40	8.38
## 112	6660	500	10	1.24
## 113	6720	500	5	0.36
## 114	6780	350	5	0.59
## 115	6840	500	30	1.85
## 116	6900	300	-25	-2.24
## 117	6960	300	10	1.22
## 118	7020	150	-35	-5.91
## 119	7080	350	-35	-2.59
## 120	7140	200	-15	-2.04
## 121	7200	200	45	5.48
## 122	7260	450	-5	-0.16
## 123	7320	500	-10	-0.54
## 124	7380	300	15	1.24
## 125	7440	300	-50	-4.78
## 126	7500	250	-30	-3.13
## 127	7560	100	-30	-7.85
## 128	7620	350	30	2.06
## 129	7680	250	-5	-0.32
## 130	7740	250	20	2.22
## 131	7800	500	-50	-3.06
## 132	7860	350	0	0.10
## 133	7920	350	-30	-2.57
## 134	7980	100	-45	-12.13
## 135	8040	450	5	0.07
## 136	8100	500	-35	-1.99
## 137	8160	300	0	0.22
## 138	8220	400	10	0.47
## 139	8280	100	-40	-10.79
## 140	8340	200	-40	-5.77
## 141	8400	350	45	3.51
## 142	8460	150	10	1.44
## 143	8520	150	0	-0.04
## 144	8580	450	-20	-1.49

```

## 145 8640 400 -35 -2.51
## 146 8700 200 -10 -1.45
## 147 8760 300 -20 -1.90
## 148 8820 100 50 9.13
## 149 8880 400 25 1.89
## 150 8940 250 0 -0.18
## 151 9000 250 -50 -5.79
## 152 9060 250 -10 -1.44
## 153 9120 450 20 1.12
## 154 9180 450 35 1.79
## 155 9240 500 -30 -1.74
## 156 9300 450 -15 -1.15
## 157 9360 150 -10 -1.88
## 158 9420 150 5 0.85
## 159 9480 400 -25 -2.01
## 160 9540 400 20 1.13
## 161 9600 150 -5 -1.11
## 162 9660 200 30 3.67
## 163 9720 450 -50 -3.25
## 164 9780 400 5 0.12
## 165 9840 100 35 7.14
## 166 9900 200 20 2.34
## 167 9960 250 30 2.50
## 168 10020 100 -35 -9.70
## 169 10080 400 -5 -0.29
## 170 10140 350 -15 -1.39
## 171 10200 400 -45 -3.11
## 172 10260 300 40 3.29
## 173 10320 200 10 1.24
## 174 10380 350 -10 -0.74
## 175 10440 400 35 1.94
## 176 10500 350 -25 -1.95
## 177 10560 500 15 0.54
## 178 10620 100 -10 -2.65
## 179 10680 250 25 2.28
## 180 10740 300 45 3.81
## 181 10800 300 30 2.65
## 182 10860 400 -20 -1.44
## 183 10920 300 -5 -0.30
## 184 10980 450 0 0.03
## 185 11040 450 15 1.12
## 186 11100 500 45 2.44
## 187 11160 350 -45 -3.56
## 188 11220 500 -20 -1.14
## 189 11280 150 -25 -4.25

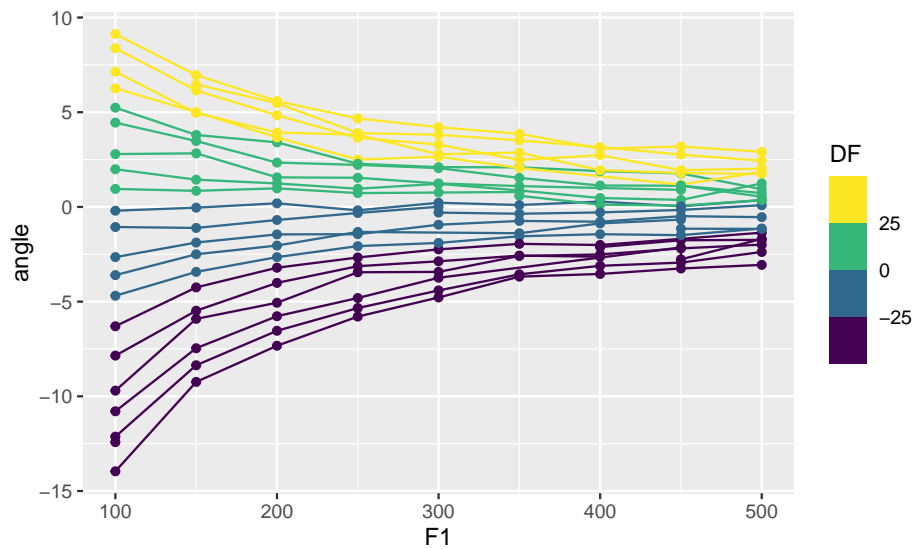
```

```
Misurazioni_random %>%
```

```

  ggplot(aes(x = F1, y = angle, group = DF, color = DF)) + geom_line() +
  geom_point(aes(y = angle)) + scale_color_viridis_b()

```



```
Misurazioni_random %>%
  ggplot(aes(x = DF, y = angle, group = F1, color = F1)) + geom_line() +
  geom_point(aes(y = angle)) + scale_color_viridis_b()
```

