

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

Documentazione Progetto IoT

Annamaria Scermino, Anuar Zourhi, Gerardo Selce

TheBox

2 giugno 2025

Indice

1	Introduzione	2
2	Architettura del Sistema	2
3	Descrizione del Codice	2
3.1	File: main.py	2
3.2	File: Handler.py	4
3.3	File: MQTTClass.py	6
3.4	File: KeyPad.py	8

1 Introduzione

Il progetto sviluppato ha come obiettivo la realizzazione di uno smart caveaux. Il caveaux è dotato di un meccanismo di apertura che può essere controllato sia tramite un tastierino fisico posto all'esterno, sia da remoto attraverso una piattaforma di controllo. Il sistema integra inoltre sensori per la rilevazione di temperatura e umidità, con la capacità di attivare allarmi in caso di valori fuori soglia o tentativi di intrusione. Gli allarmi possono essere gestiti localmente o a distanza. Un semaforo posto accanto alla porta mostra lo stato del caveaux.

2 Architettura del Sistema

I componenti hardware utilizzati sono i seguenti:

- Un servomotore;
- Un tastierino numerico;
- Uno schermo OLED;
- Due breadboard;
- Due push-button;
- Un semaforo;
- Un sensore ad ultrasuoni;
- Un sensore di umidità e temperatura;
- Un buzzer passivo;
- Una ESP32
- Un relay

Dal punto di vista software, il sistema è stato sviluppato interamente in micropython. Per il controllo remoto e il monitoraggio in tempo reale è stata realizzata una dashboard interattiva con Node-RED, che consente di visualizzare lo stato del sistema, ricevere notifiche e inviare comandi. Inoltre alcune funzionalità, come l'apertura del caveaux, sono accessibili anche da un'app mobile. I protocolli utilizzati sono: MQTT ed I2C.

3 Descrizione del Codice

Sono state riportate solo le classi ritenute particolarmente significative.

3.1 File: main.py

```
1 while True:
2
3     if stato == STATO_CONFIGURAZIONE_PIN:
4         pass
5         #
6         # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
7         #
8         stato = NUOVO_STATO
9
10    elif stato == STATO_CONFIGURAZIONE_WIFI:
11        pass
12        #
13        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
14        #
15        stato = NUOVO_STATO
16
17    elif stato == STATO_CONNESSIONE:
18        pass
19        #
20        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
21        #
22        stato = NUOVO_STATO
23
24    elif stato == STATO_VISTA_MENU:
25        pass
26        #
27        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
28        #
29        stato = NUOVO_STATO
30
31    elif stato == STATO_CAMBIO_CONFIGURAZIONE:
32        pass
33        #
34        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
35        #
36        stato = NUOVO_STATO
37
38    elif stato == STATO_INSERTIMENTO_PIN:
39        pass
40        #
41        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
42        #
43        stato = NUOVO_STATO
44
45    elif stato == STATO_SBLOCCATO:
46        pass
47        #
48        # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
49        #
```

```
50         stato = NUOVO_STATO
51
52     elif stato == STATO_ALLARME:
53         pass
54         #
55         # AGGIORNAMENTO DELLO STATO
56         #
57         stato = NUOVO_STATO
```

Listing 1: Il main del programma è stato sviluppato come un automa a stati a finiti e qui sono rappresentati i vari stati. Lo stato di configurazione pin è lo stato che viene eseguito alla prima esecuzione del programma: qui viene configurato il file contenente il pin d'accesso al caveaux. Lo stato di configurazione wifi è eseguito sequenzialmente a quello di configurazione pin. Lo stato di connessione permette la connessione all'MQTT. Finiti i vari step di connessione si accede allo stato di vista menu, in cui vengono riportati parametri interni al caveaux, quali temperatura e umidità, ed è inoltre possibile scegliere di accedere al caveaux o di cambiare configurazione. Entrambe le opzioni appena descritte vengono eseguite in appositi stati: stato di inserimento pin e stato di cambio configurazione. Una volta sbloccato il caveaux si entra nello stato sbloccato. In caso di intrusione o valori di temperatura e umidità fuori norma si entra nello stato di allarme.

3.2 File: Handler.py

```
1 class SensorHandler:
2
3     """ Costruttore """
4     def __init__(self, dht22, hcsr04, sogliaTemp=50.0, sogliaHum
5         =70.0, sogliaDis=10.0):
6         self.dht22 = dht22
7         self.hcsr04 = hcsr04
8         self.sogliaTemp = 0.0
9         self.sogliaHum = 0.0
10        self.sogliaDis = 0.0
11
12        if 'temp.txt' in os.listdir():
13            with open('temp.txt', 'r') as f:
14                self.sogliaTemp = float(f.read())
15        else:
16            with open('temp.txt', 'w') as f:
17                f.write(str(sogliaTemp))
18                self.sogliaTemp = sogliaTemp
19
20        if 'hum.txt' in os.listdir():
21            with open('hum.txt', 'r') as f:
22                self.sogliaHum = float(f.read())
23        else:
24            with open('hum.txt', 'w') as f:
25                f.write(str(sogliaHum))
26                self.sogliaHum = sogliaHum
```

```
27         if 'dis.txt' in os.listdir():
28             with open('dis.txt', 'r') as f:
29                 self.sogliaDis = float(f.read())
30         else:
31             with open('dis.txt', 'w') as f:
32                 f.write(str(sogliaDis))
33                 self.sogliaDis = sogliaDis
34
35
36
37         """ Legge i valori e ne crea un dizionario """
38     def readDht22(self):
39         dht_values = self.dht22.measure()
40         dict_values = { "Temperature": dht_values[0] ,
41                        "Humidity":
42                            dht_values[1]
43                        }
44
45         return dict_values
46
47     def readHcsr04(self):
48         return self.hcsr04.distanceCm()
49
50     def checkDistance(self):
51         return self.readHcsr04() < self.sogliaDis
52
53
54     def checkTempHum(self, temp, hum):
55         if temp is not None and temp >= self.sogliaTemp:
56             return 1
57         elif hum is not None and hum >= self.sogliaHum:
58             return 2
59
60         return 0
61
62     def setSogliaTemp(self, sogliaTemp):
63         self.sogliaTemp = sogliaTemp
64         with open('temp.txt', 'w') as f:
65             f.write(str(sogliaTemp))
66
67     def setSogliaHum(self, sogliaHum):
68         self.sogliaHum = sogliaHum
69         with open('hum.txt', 'w') as f:
70             f.write(str(sogliaHum))
71
72     def setSogliaDis(self, sogliaDis):
73         self.sogliaDist = sogliaDist
74         with open('dis.txt', 'w') as f:
75             f.write(str(sogliaDis))
```

Listing 2: Questa classe gestisce la lettura del sensore ad ultrasuoni (hcsr04) e del sensore di umidità e temperatura (dht22) e il controllo che i valori letti siano minori di una certa soglia. Il costruttore inizializza le soglie con i valori imposti alla precedente esecuzione (leggendo da file) o tramite parametri di input. I metodi read() e check() permettono rispettivamente la lettura dei valori e il loro controllo. È inoltre possibile modificare le soglie tramite metodi set().

3.3 File: MQTTClass.py

```

1 class MQTT:
2
3     """ Costruttore """
4     def __init__(self, sub_callback_handler):
5         """ Definizione variabili connessione MQTT """
6         self.CLIENT_ID = 'esp32'
7         self.BROKER = '192.168.131.51'
8         self.USER = ''
9         self.PASSWORD = ''
10        self.TOPIC = b'TheBox'
11        self.TOPIC_SUB1 = b'TheBox/OpenCaveaux'
12        self.TOPIC_SUB2 = b'TheBox/CloseCaveaux'
13        self.TOPIC_SUB3 = b'TheBox/CaveauxStatus'
14        self.TOPIC_SUB4 = b''
15        self.TOPIC_SUB5 = b'TheBox/CaveauxStatus/Hum'
16        self.TOPIC_SUB6 = b'TheBox/Pin'
17        self.TOPIC_SUB7 = b'TheBox/Pin/WrongPassword'
18        self.TOPIC_SUB8 = b'TheBox/Allarme/Furto'
19        self.TOPIC_SUB9 = b'TheBox/Allarme/Risolto'
20        self.TOPIC_SUB10 = b'TheBox/Allarme/PinErrato'
21        self.TOPIC_SUB11 = b'TheBox/Status/Ping'
22        self.TOPIC_SUB12 = b'TheBox/Status/Pong'
23        self.TOPIC_SUB13 = b'TheBox/Allarme/StopBuzzer'
24        self.TOPIC_SUB14 = b'TheBox/CaveauxStatus/Temp/
25            NuovaSoglia'
26        self.TOPIC_SUB15 = b'TheBox/CaveauxStatus/Hum/
27            NuovaSoglia'
28        self.TOPIC_SUB16 = b'TheBox/CaveauxStatus/Dis/
29            NuovaSoglia'
30        self.SUB_TOPICS = [self.TOPIC_SUB1,
31            self.TOPIC_SUB2, self.TOPIC_SUB3,
32            self.TOPIC_SUB4, self.TOPIC_SUB5,
33            self.TOPIC_SUB6, self.TOPIC_SUB7,
34            self.TOPIC_SUB8, self.TOPIC_SUB9,
35            self.TOPIC_SUB10, self.TOPIC_SUB11,
36            self.TOPIC_SUB12, self.TOPIC_SUB13,
37            self.TOPIC_SUB14, self.TOPIC_SUB15,
38            self.TOPIC_SUB16]
39
40        self.SUB_TOPICS_SUB=[self.TOPIC_SUB2,

```

```
38         self.TOPIC_SUB6, self.TOPIC_SUB11,
39         self.TOPIC_SUB13, self.TOPIC_SUB14,
40         self.TOPIC_SUB15, self.TOPIC_SUB16]
41
42         """ Inizializzazione dell'oggetto client """
43         self.client = MQTTClient(self.CLIENT_ID,
44         self.BROKER, user=self.USER,
45         password=self.PASSWORD, keepalive=60)
46         self.sub_callback_handler = sub_callback_handler
47         self.client.set_callback(self.sub_callback_handler)
48
49         """ Inizializzazione oggetto MMaker """
50         self.mMaker = MM()
51
52
53         """ Il client si sottoscrive ai topics """
54         def subscribes(self):
55             for topic in self.SUB_TOPICS_SUB:
56                 self.client.subscribe(topic)
57
58
59         def checkAndRead_msg(self, wifi, was_connected_MQTT, values
60         ):
61             if wifi.isconnected() and self.client is not None
62             and was_connected_MQTT:
63                 try:
64                     self.client.check_msg()
65                     message = self.mMaker.
66                     temperatureMsg(values["
67                     Temperature"])
68                     if message is not None:
69                         self.publish(self.
70                         TOPIC_SUB4,message)
71                     message = self.mMaker.humidityMsg(
72                     values["Humidity"])
73                     if message is not None:
74                         self.publish(self.
75                         TOPIC_SUB5,message)
76
77                 except OSError as e:
78                     print("Errore_OSError_in_check_msg:
79                     ", e)
80                     try:
81                         self.disconnect()
82                     except:
83                         pass
84                     try:
85                         self.client.set_callback(
86                         self.
87                         sub_callback_handler)
```



```

79         self.connect()
80         self.subscribes()
81
82         print("Riconnesso MQTT dopo
83             _errore")
84         return 1
85
86     except Exception as e2:
87         print("Errore riconnessione
88             MQTT:", e2)
89         return 0
90
91     return was_connected_MQTT
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999

```

Listing 3: Questa classe gestisce la creazione del client MQTT. Il costruttore inizializza i vari topic e altre variabili di connessione quali indirizzo ip del broker e id del client. Infine inizializza l'oggetto client impostando la funzione di callback inviata come parametro di input. Il metodo checkAndReadMsg() pubblica i valori letti dal sensore di umidità e temperatura e risolve eventuali problemi di connessione.

3.4 File: KeyPad.py

```

1 class KeyPad:
2
3     """ Costruttore """
4     def __init__(self, in1, in2, in3, in4, out1, out2, out3 ,
5         out4):
6
7         """ Mappa dei tasti: righe per colonne """
8         self.KEY_MAP = [
9             ['1', '2', '3', 'A'],
10            ['4', '5', '6', 'B'],
11            ['7', '8', '9', 'C'],
12            ['*', '0', '#', 'D']

```

```

12         ]
13
14         """ Definizione dei pin usati """
15         self.rowPins = [Pin(p, Pin.IN, Pin.PULL_UP) for p
16                         in [in1, in2, in3, in4]]
17         self.colPins = [Pin(p, Pin.OUT) for p in [out1,
18                                                  out2, out3, out4]]
19
20         """ Scan del tasto premuto """
21         def scan(self):
22             """ Tutte le colonne a 1 tranne una (col) """
23             for c in self.colPins:
24                 c.value(1)
25                 col.value(0)
26
27             for rowNum, row in enumerate(self.rowPins):
28                 if row.value() == 0:
29                     time.sleep_ms(50) # Si
30                                     evita il debounce
31                     if row.value() == 0: #
32                                     verifica di nuovo
33                         return self.KEY_MAP
34                             [rowNum][colNum]
35
36             return None
37
38         """ Lettura attiva del tasto premuto """
39         def lettura(self):
40             key = self.scan()
41             if key:
42                 #print('Hai premuto: ', key, ' di tipo: ',
43                     type(key))
44                 while self.scan() == key:
45                     time.sleep_ms(20)
46                     time.sleep_ms(50)
47                 return key
48
49         def letturaPin(self, oled, pos, num=4):
50             password = ''
51
52             for i in range(num):
53                 key = self.lettura()
54                 while key == None:
55                     key = self.lettura()
56                 password = password + key
57                 #print('Hai premuto ', key)
58                 pos = oled.write(pos[0], pos[1], 0, '␣*␣',
59                                clean=False)
60                 oled.show()

```

```
55  
56         return password
```

Listing 4: Questa classe gestisce il tastierino utilizzato e fornisce alcuni metodi di lettura. Il costruttore inizializza la mappa dei pulsanti del tastierino sottoforma di matrice. Poi inizializza i pin di input (relativi alle 4 righe del tastierino) e i pin di output (relativi alle 4 colonne del tastierino). Il metodo `scan()` serve per identificare quale tasto è premuto. Scorre tutte le colonne impostandole a 0 una alla volta; va poi a scorrere ogni riga: se il valore è 0 significa che c'è un contatto in quella riga e quella colonna. È presente il controllo sul debounce di 50ms. Il metodo `lettura()` rende la lettura dei tasti affidabile evitando che, tenendo premuto un tasto, questo venga letto più volte. Il metodo `letturaPin()` serve a leggere un pin lungo 4 caratteri di default.