

# Pydoku

Un risolutore di sudoku in Python con OpenCV

---

Simone Fidanza

22/07/2022

Università degli studi di Bari "Aldo Moro"

# Introduzione

---

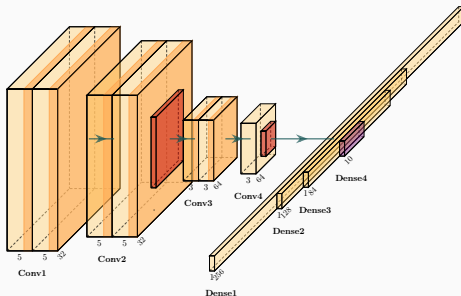
Pydoku è un risolutore di sudoku che fa utilizzo di librerie come OpenCV, TensorFlow, Keras e NumPy. Il programma estrae le cifre dall'immagine di una griglia, la ricostruisce digitalmente e infine risolve il sudoku.

# Modello

---

# Modello di Machine Learning

Il modello di Machine Learning che è stato utilizzato si ispira alla rete neurale LeNet5, alla quale sono stati aggiunti vari layers fino ad arrivare ad un totale di 10.



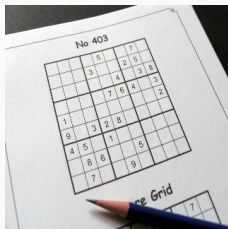
**Figura 1:** Visualizzazione dell'architettura di LeNet5+

## Localizzazione della griglia

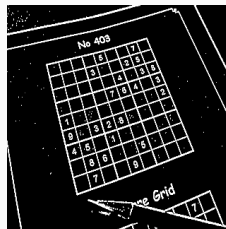
---

# Pre-elaborazione dell'immagine

Per localizzazione la griglia del sudoku è necessario pre-elaborare l'immagine in modo tale che essa diventi un'immagine binaria.



(a) Originale



(b) Pre-elaborazione

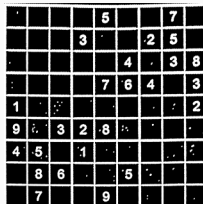
**Figura 2:** Processo di pre-elaborazione dell'immagine

# Individuazione della griglia e deformazione dell'immagine

Per individuare la griglia è stata utilizzata la funzione `cv2.findContours()`. È stato assunto che il più grande dei bordi fosse il bordo della griglia del sudoku. Approssimando questo poligono con `cv2.approxPolyDP()` sono stati ottenuti gli angoli della griglia. Usando sia quest'ultimi che `cv2.getPerspectiveTransform()` che `cv2.WarpPerspective()` l'immagine viene deformata e resa piana.



(a) Individuazione della griglia



(b) Deformazione e appiattimento

**Figura 3:** Processo di deformazione dell'immagine



# **Analisi delle celle**

---

## Estrazione delle cifre

Per estrarre le cifre, la griglia piana viene divisa in 81 immagini. Tramite un algoritmo vengono scartate le immagini che non contengono alcun numero. Le immagini che invece ne contengono uno, vengono analizzate dalla rete neurale che effettua una predizione. Se la cifra non è presente, viene inserito 0 nella lista, altrimenti viene inserita la predizione.



(a) Prima



(b) Dopo

**Figura 4:** Processo di estrazione delle cifre

# Risoluzione del sudoku

---

Dopo aver ricostruito “artificialmente” la griglia del sudoku, questa viene passata all’algoritmo di risoluzione del sudoku. Successivamente la griglia viene mostrata a schermo.

## Limitazioni note

---

- nel deformare e appiattare un'immagine già piana, questa viene ruotata di  $90^\circ$  in senso orario;
- nel determinare se una cella è priva o meno di numero, poiché l'algoritmo si basa sul numero di pixel bianchi, a volte questo può considerare vuote celle che contengono dei numeri;
- nel predire le cifre, la rete neurale a volte confonde il numero 1 col numero 7 e raramente il numero 6 col numero 5 o 8.

Il codice sorgente del progetto è disponibile su

[github.com/sRavioli/pydoku](https://github.com/sRavioli/pydoku)

Il progetto è sotto licenza GNU General Public License v3.0.