

# Pydoku

Un risolutore di sudoku in Python con OpenCV

---

Simone Fidanza

July 22, 2022

Università degli studi di Bari "Aldo Moro"

# Introduzione

---

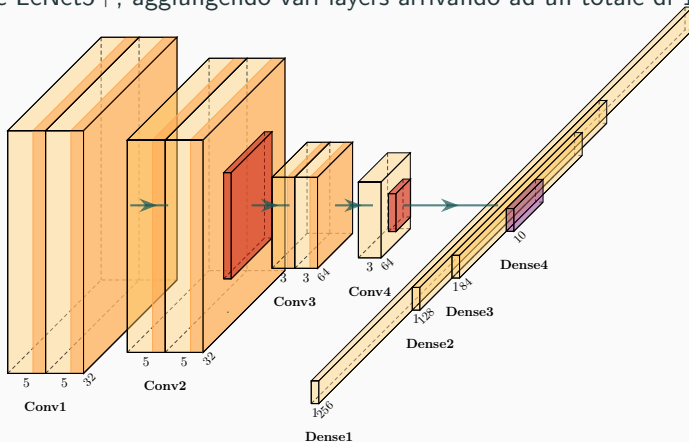
Pydoku è un risolutore di sudoku che fa utilizzo di librerie come OpenCV, TensorFlow, Keras e NumPy. Il programma estrae le cifre dall'immagine di una griglia, la ricostruisce digitalmente e infine risolve il sudoku.

# Modello

---

# Modello di Machine Learning

Il modello di Machine Learning che è stato utilizzato si ispira alla rete neurale LeNet5+, aggiungendo vari layers arrivando ad un totale di 10.

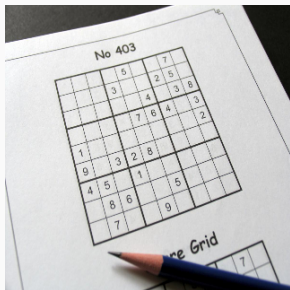


## Localizzazione della griglia

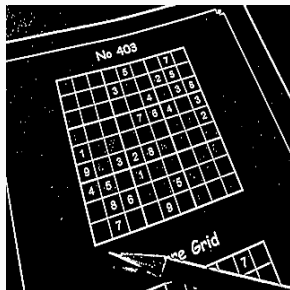
---

# 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.



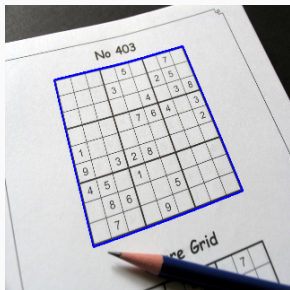
(a) Originale



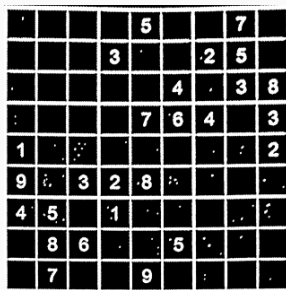
(b) Pre-elaborazione

# Individuazione della griglia e deformazione dell'immagine

Per individuare la griglia è stata utilizzata la funzione `cv2.findContours()`. È stato assunto che più grande dei bordi fosse la 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) Originale



(b) Pre-elaborazione



# **Analisi delle celle**

---

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. In ogni caso, la cifra viene inserita in una lista.

# 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 l'algoritmo può ignorare celle che contengono dei numeri;
- nel predire le cifre, la rete neurale confonde il numero 1 col numero 7 e raramente il numero 6 col numero 5 o 8.