Universiteit van Amsterdam

Programmeertalen

Week 3 - Python

Seyla Wachlin

Sudoku

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

Introductie

Voor deze week is de opdracht om een sudokuoplosser te implementeren, dat uiteindelijk een gegeven sudokupuzzel moet kunnen oplossen.

In dit document wordt stapsgewijs beschreven hoe deze opdracht het beste aangepakt kan worden. Met deze stappen alleen is het hoogstens mogelijk om een '+' te halen. Zoek je echter naar meer uitdaging, dan staat er onder het kopje Bonus wat er zoal gedaan kan worden om een '++' te kunnen halen.

Sudokupuzzels

Een sudokupuzzel is over het algemeen een veld ter grootte van negen bij negen cellen, dat vervolgens is opgedeeld in negen blokken van drie bij drie groot. In de oplossing van een dergelijke sudokupuzzel kunnen slechts de getallen één t.e.m. negen voorkomen. Verder moet deze oplossing voldoen aan de volgende eisen:

- In iedere rij komt ieder getal van één t.e.m. negen slechts één keer voor.
- In iedere kolom komt ieder getal van één t.e.m. negen slechts één keer voor.
- In ieder blok komt ieder getal van één t.e.m. negen slechts één keer voor.

Voor meer informatie over sudoku's, zie `http://nl.wikipedia.org/wiki/Sudoku`.

Het veld

Het is aangeraden om het veld van de sudoku in een Numpy array op te slaan. Voor meer informatie over deze arrays, zie `http://docs.scipy.org/doc/numpy/reference/arrays.ndarray.html`

Generaliseer het programma op een dusdanige manier dat het sudokupuzzels van een variabele grootte kan oplossen (dus niet alleen sudokupuzzels van negen bij negen, maar ook van vier bij vier en zestien bij zestien).

Stap 1 - Het opslaan van de gegeven sudoku

De eerste stap is om de gegeven plain text bestanden die de sudokupuzzels bevatten in te lezen en op te slaan.

Tip: NumPy bevat de functie `loadtxt(...)`.

Stap 2 - Functie voor het checken van een sudoku oplossing

De volgende stap bestaat eruit te controleren of de sudokupuzzel wel of niet opgelost is. Dit houdt in dat de sudokupuzzel geen lege cellen (in het programma zijn dat de cellen die gelijk zijn aan nul) meer bevat, en dat de oplossing voldoet aan de eisen die vermeld zijn in Sudokupuzzels.

Of de functie naar behoren werkt kan getest worden m.b.v. de bestanden `complete_9_grid.txt` en `wrong_9_grid.txt`.

Stap 3 - Alle mogelijke permutaties van een sudoku generen

Nu een sudokupuzzel ingelezen kan worden, en er een functie is om te testen of een gegeven oplossing voor een sudokupuzzel correct is of niet, is de volgende stap om alle mogelijke oplossingen voor de ingelezen sudokupuzzel te genereren. Dit kan gedaan worden door alle mogelijke permutaties van getallen in de lege cellen in te vullen en te kijken of deze een correcte oplossing opleveren.

Stel dat de volgende sudokupuzzel is gegeven bijvoorbeeld:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 & 4 \\ 4 & 0 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

De desbetreffende sudokupuzzel heeft dan de volgende mogelijkheden:

$$\begin{bmatrix}1&1&3&4\\4&1&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&1&3&4\\4&2&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&1&3&4\\4&3&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&1&3&4\\4&4&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}1&2&3&4\\4&1&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&2&3&4\\4&2&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&2&3&4\\4&3&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&2&3&4\\4&4&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}1&3&3&4\\4&1&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&3&3&4\\4&2&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&3&3&4\\4&3&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&3&3&4\\4&4&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}1&4&3&4\\4&1&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&4&3&4\\4&2&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&4&3&4\\4&3&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix}1&4&3&4\\4&4&2&1\\2&1&4&3\\3&4&1&2\end{bmatrix}$$

Voor elk van de gegenereerde oplossingen kan vervolgens met de functie die in Stap 2 - Functie voor het checken van een sudoku oplossing gemaakt is dan worden gecontroleerd of de oplossing correct is. Op deze manier kan een vrij eenvoudige sudokuoplosser geïmplementeerd worden.

Stap 4 - Optimalisaties

In de vorige stappen werd een sudokuoplosser behandeld die puur op brute kracht werkt, d.w.z. dat deze alle mogelijkheden afgaat totdat de oplossing gevonden is. Dit is echter niet efficiënt en zal bij sudokupuzzels die rijk zijn aan lege cellen ook leiden tot een trage uitvoer van het programma.

Het is daarom de bedoeling dat de sudokuoplosser geoptimaliseerd gaat worden. Er zijn verschillende manieren om dit te realiseren:

- Controleer direct wanneer je een lege cel vult, of de waarde die daar ingevuld wordt er juist niet voor zorgt dat één van de regels in Sudokupuzzels gebroken wordt.

- Pas de 'Rule of Necessity' toe (zie `http://killersudokuonline.com/tips.html`).
- ...

Voor deze opdracht is het de bedoeling dat je minstens één van deze optimalisaties toepast voor een '+'.

Bonus

Voor eventuele bonuspunten, implementeer één of meer van de onderstaande functies:

- Pas meer dan twee optimalisaties toe.
- Schrijf een verslag bestaande uit één tot twee bladzijdes waarin je de snelheid van de naïeve sudokuoplosser vergelijkt met de geoptimaliseerde. Een dergelijk verslag moet aan de volgende structuur voldoen:
  - Introductie: de inleiding wordt vooral gebruikt om theorie te behandelen die nodig is om de rest van het verslag te begrijpen.
  - Vraagstelling: de vraag die omschrijft waarom het onderzoek verricht wordt.
  - Hypothese: een voorspelling van de resultaten van het onderzoek met daarbij een uitleg waarom dat is wat je zou verwachten.
  - Werkwijze: bestaat meestal uit een beschrijving van de materialen die gebruikt worden voor het experimenten, en de methode, een beschrijving van hoe het experiment wordt uitgevoerd.
  - Resultaten: alle waarnemingen van het experiment komen onder dit kopje.
  - Discussie: een conclusie, waarbij alleen je resultaten behandeld mogen worden, en een eventuele evaluatie van het onderzoek.
- Bedenk zelf wat leuks, mits de docent(en)/assistenten het goedkeuren.