

Concepțe și Aplicații în Vederea Artificială - Tema 1

Extragerea informației vizuale din careuri Sudoku

Obiectiv

Scopul acestei teme este implementarea unui sistem automat de extragere a informației vizuale din imagini ce conțin diferite variante de careuri Sudoku.

Sudoku Clasic

Sudoku este în prezent unul dintre cele mai cunoscute puzzle-uri de logică din lume. Cea mai populară versiune a acestui joc este Sudoku Clasic ce conține un careu 9×9 format din pătrate 3×3 . Scopul este de a completa celulele goale din careu cu cifre astfel încât fiecare linie, coloană și pătrat 3×3 să conțină cifrele de la 1 la 9 exact o singură dată. Dacă datele de intrare sunt corecte, careul Sudoku are o singură soluție. Un exemplu de Sudoku Clasic cu soluția sa este ilustrat în Figura 1.

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		

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

Figura 1: Un careu Sudoku Clasic (stânga) cu soluția sa corespunzătoare (dreapta).

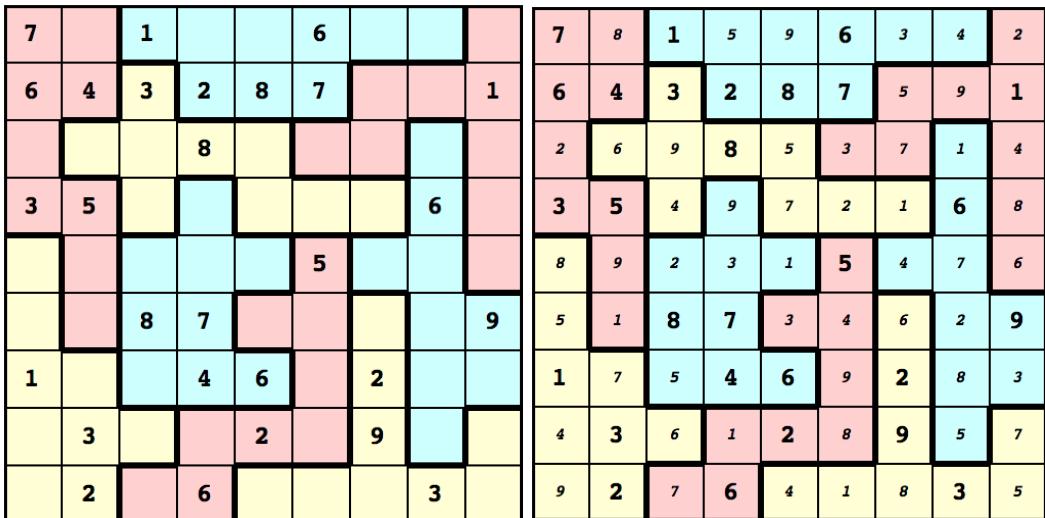


Figura 2: Un careu Sudoku Jigsaw (stânga) și soluția sa corespunzătoare (dreapta).

Sudoku Jigsaw

Există multe alte variante de careuri Sudoku derivate din cea clasă 9×9 cu pătrate 3×3 . În această temă vom considera și careurile Sudoku Jigsaw (Figura 2). În această variantă de careu Sudoku, scopul este de a completa celulele goale cu cifre astfel încât fiecare linie, coloană și regiune cu formă neregulată să conțină cifrele de la 1 la 9 exact o singură dată.

Scopul acestei temei este implementarea unui sistem automat de extragere a informației vizuale din imagini ce conțin careuri Sudoku de tip Clasic sau Jigsaw. Acest sistem poate fi văzut ca o componentă necesară în rezolvarea automată a unui careu Sudoku. Vă puteți imagina următorul scenariu: achiziționați imagini care conțin careuri Sudoku folosind un telefon mobil și apoi trimiteți imaginile către un server. Pe server, sistemul automat proiectat de voi ar trebui să proceseze imaginile și să returneze informațiile extrase. Pe baza informațiilor extrase poate fi folosit un sistem separat care rezolvă de fapt careul Sudoku. În acesta temă nu suntem preocupați de rezolvarea efectivă a careului Sudoku ci doar de extragerea informațiilor vizuale din imagine. Pentru această temă veți lucra cu imagini care au aceeași rezoluție și anume 4032×3024 pixeli. Toate imaginile cu care veți lucra au fost achiziționate folosind telefonul mobil al lui Bogdan.

Task 1 - extragerea configurațiilor din careuri Sudoku Clasic

Prima problemă pe care o aveți de rezolvat constă în extragerea configurației unui careu Sudoku Clasic determinând dacă fiecare celulă din careu conține sau nu o cifră. Marcăm celulele libere cu litera 'o' (o mică) și celulele ocupate cu litera 'x' (x mică). Datele de antrenare conțin 20 de imagini cu astfel de careuri Sudoku Clasic care sunt cel mai adesea centrate, de obicei aliniate cu axele Ox și Oy. Figura 3 vă arată două astfel de exemple de antrenare de careuri Sudoku Clasic și configurațiile corespunzătoare.

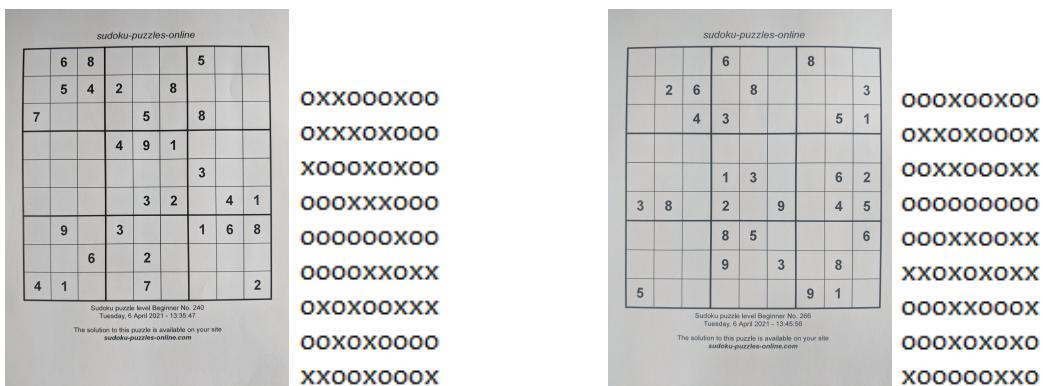


Figura 3: Exemple de careuri Sudoku Clasic și configurațiile corespunzătoare.

Task 2 - extragerea configurațiilor din careuri Jigsaw Sudoku

A doua problemă pe care o aveți de rezolvat constă în extragerea configurației unui careu Sudoku Jigsaw. Pentru aceasta trebuie să realizați următoarele: (1) determinați regiunile de formă neregulată din careu; (2) determinați dacă fiecare celulă din careu conține sau nu o cifră. Pentru careurile Sudoku Jigsaw marcăm cu un string de lungime 2 fiecare celulă astfel: cifra (de la 1 la 9) corespunde regiunii de formă neregulată în care se află celula iar litera ('x' sau 'o') specifică dacă celula conține sau nu o cifră. Regiunile de formă neregulată din careu au 9 celule și sunt delimitate de granițe îngroșate și uneori (în careurile Sudoku Jigsaw colorate, vedeți Figura 4) conțin celule de aceeași culoare. Pentru a determina cifra corespunzătoare unei celule dintr-o regiune cu formă neregulată folosim următorul algoritm simplu: (i) numărăm celulele/regiunile de la stânga la dreapta și de sus în jos; (ii) celula din colțul din stânga sus primește cifra 1 întrucât face parte din prima regiune de formă neregulată; (iii) asignăm aceeași cifră tuturor celulelor din aceeași regiune; (iv) pentru prima celulă din regiunea următoare asociem o cifră mai mare cu 1 (am trecut la regiunea următoare). Datele de antrenare conțin 40 de exemple de antrenare (20 alb-negru și 20 color) de careuri Sudoku Jigsaw centrate în imagine, de cele mai multe ori aliniate cu axe Ox și Oy. Un careu Sudoku Jigsaw color conține întotdeauna regiuni colorate cu trei culori posibile: albastru, galben și roșu. Figura 4 conține două exemple din multimea de antrenare și configurațiile corespunzătoare.

Descrierea datelor

Arhiva cu materiale (disponibilă aici <https://tinyurl.com/CAVA-2021-TEMA1>) conține trei directoare: *antrenare*, *testare* și *evaluare*. Directoarele *antrenare* și *testare* au aceeași structură, deși datele din directorul *testare* vor fi disponibile după termenul limită de trimitere a codului soluției (**prima fază** - detalii mai jos). Directorul *antrenare* conține datele de antrenare organizate în două sub-directoare după cum urmează:

- *classic* - acest director conține 20 de exemple de antrenare cu careuri Sudoku Clasic și cu configurațiile corespunzătoare adnotate. Figura 3 arată două astfel de exemple de careuri Sudoku Clasic și configurațiile adnotate.

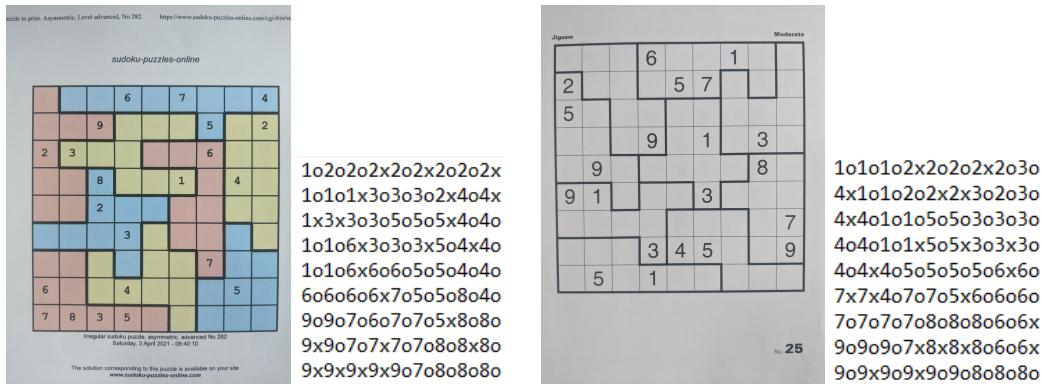


Figura 4: Exemple de careuri Sudoku Jigsaw și configurațiile corespunzătoare.

- *jigsaw* - acest director conține 40 de exemple de antrenare cu careuri Sudoku Jigsaw (20 de exemple alb-negru și 20 de exemple color) și cu configurațiile corespunzătoare adnotate. Figura 4 arată două astfel de exemple de careuri Sudoku Jigsaw și configurațiile adnotate.

Directorul *evaluare* vă indică cum să vă scrieți codul astfel încât să respectați formatul fișierelor cu rezultate impus pentru faza de evaluare pe datele de test (**faza doi**) ce va avea loc după trimiterea codului cu soluția de fiecare din voi. Conține următoarele sub-directoare:

- *fake_test* - acest director exemplifică cum vor arăta datele de testare, el păstrează aceeași structură ca cea descrisă pentru directorul *train* descris anterior. Acest director va fi similar cu directorul *test* în care vom pune imaginile de testare pentru faza a două de evaluare.
- *fisiere_solutie* - acest director exemplifică formatul fișierelor cu rezultatele pe care trebuie să le trimiteți în faza a două. Veți trimite rezultatele voastre în acest format, încarcând o arhivă zip a unui director similar cu cel numit *Alexe_Bogdan_331*;
- *cod_evaluare* - acest director conține codul care va fi folosit pentru evaluarea automată a rezultatelor voastre folosind adnotările soluțiilor corecte (ground-truth). Asigurați-vă că acest cod rulează pe fișierele voastre. Adnotările soluțiilor corecte (ground-truth) vor fi disponibile după faza a două.

Notare

Pentru această temă, vom folosi următoarele reguli de notare:

- **Task 1 - 4 puncte** - vom evalua performanța algoritmului vostru pe careurile de tip Sudoku Clasic pe o mulțime de 20 imagini de testare. Pentru fiecare imagine de test algoritmul vostru trebuie să furnizeze configurația corespunzătoare. Fiecare configurație corectă valorează 0.2 puncte pentru un total de **4 puncte**;

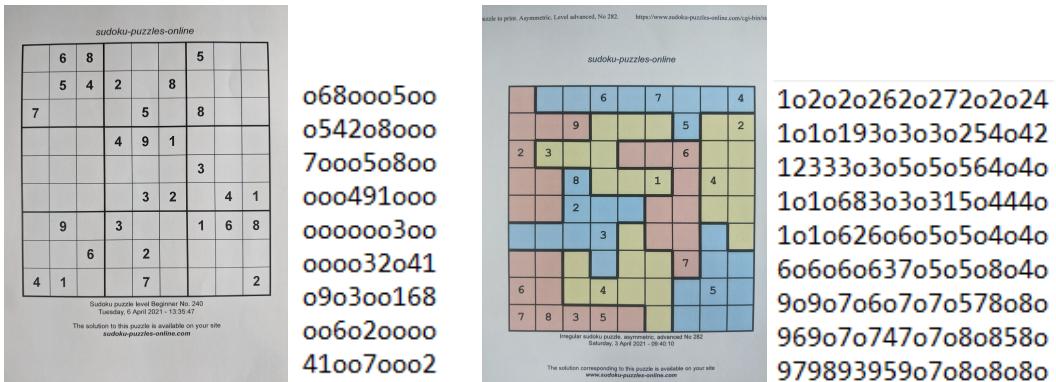


Figura 5: Exemple de careuri Sudoku și configurațiile corespunzătoare pentru bonus.

- **Task 2 - 4 puncte** - vom evalua performanța algoritmului vostru pe careurile de tip Sudoku Jigsaw pe o mulțime de 40 imagini de testare (20 alb-negru și 20 color). Pentru fiecare imagine de test algoritmul vostru trebuie să furnizeze configurația corespunzătoare. Fiecare configurație corectă valorează 0.1 puncte pentru un total de **4 puncte**;
- **documentație - 1 punct** - descrieți într-un fisier pdf de minim o pagină soluția voastră pentru rezolvarea celor două task-uri. Puteți ilustra aspecte cheie ale soluției voastre adăugând secvențe de cod și vizualizări ale imaginilor pentru soluția voastră. Acest fișier ar trebui să conțină suficientă informație astfel încât un student de nivel mediu de la cursul nostru să poată reimplementa soluția descrisă de voi.
- **oficiu - 1 punct** - primiți acest punct dacă formatul fișierelor voastre urmează formatul impus iar codul nostru de evaluare rulează pe datele primite de la voi fără a face modificări în fișierele voastre;
- **BONUS - 1,5 puncte** - primiți adițional 0.025 puncte pentru fiecare imagine de testare în care recunoașteți cifrele. Pentru a primi bonusul pentru o imagine trebuie să înlocuiți în configurația finală pentru fiecare task litera 'x' cu cifra corespunzătoare. Figura 5 vă arată configurațiile adnotate pentru partea de bonus pentru un careu Sudoku Clasic și un careu Sudoku Jigsaw.

Termene limită

Prima fază - trimiterea codului. Încărcați o arhiva zip cu codul soluției voastre și un fișier pdf ce descrie soluția voastră până miercuri, 1 decembrie, ora 23:59 la link-ul acesta <https://tinyurl.com/CAVA-2021-TEMA1-SOLUTII>. Codul vostru ar trebui să includă un fișier README (vedeți exemplul din materiale) cu următoarele informații: (i) librăriile folosite de voi și necesare pentru rularea soluției voastre; (ii) indicații despre cum ar trebui rulat codul pentru fiecare task. Studenții care nu încarcă un fișier pdf cu descrierea soluției lor vor avea nota scăzută cu 1 punct. Puteți încarca soluția voastră și mai târziu, dar pentru fiecare zi de întârziere (maxim 3 zile admise) veți fi penalizat cu 1 punct. Cel mai târziu puteți încarca soluția voastră sămbătă, 4 decembrie, ora 23:59 (cu penalitatea

afferentă de 3 puncte).

A doua fază - trimiterea rezultatelor. Duminică, 5 decembrie, vom publica datele de test în directorul *test* de la adresa <https://tinyurl.com/CAVA-2021-TEMA1>. Veți rula soluția voastră pe imaginile de test și veți încărca rezultatele în aceeași zi ca o arhiva zip folosind următorul link <https://tinyurl.com/CAVA-2021-REZULTATE>.