

# Sudoku

## 1. Enuntziatu orokorra

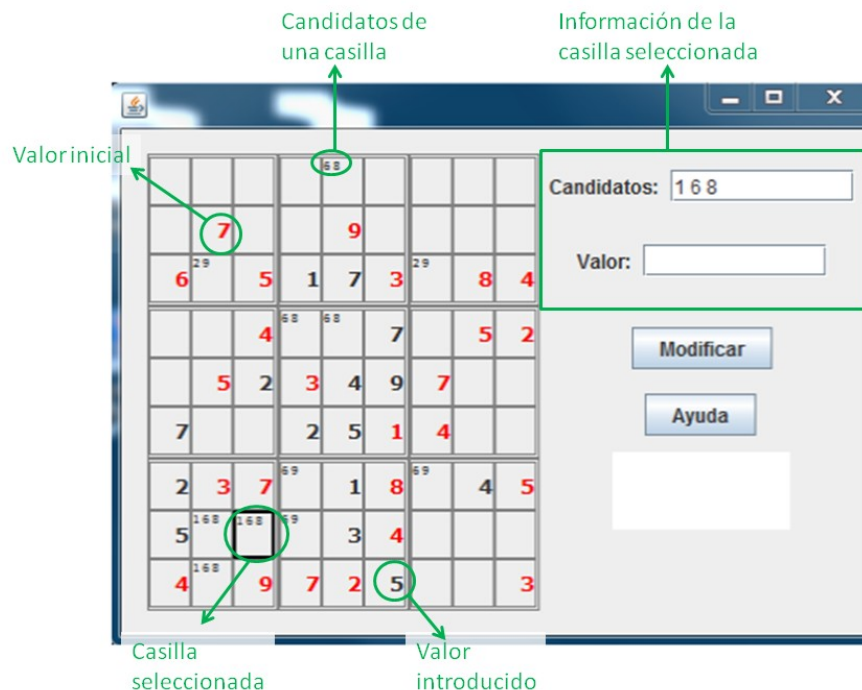
Proiektu honen helburua *Sudoku* jokia diseinatzea eta inplementatzea da. Joko honek arrakasta handiena Japonian izan badu ere, Estatu Batuetan sortu zen, eta 2005. urtean nazioartera egin zuen jauzi.

Sudoku 9\*9 tamainako gelaxken matrize batetan jokatzen da, eta matrize hori 3\*3 tamainako azpi-matrizeetan ("eremu" deituko diogu enuntziatuan zehar) banatzen da. Partidaren abiapuntua matrize horretan kokatutako zenbakiak dira, eta jokalaria gelaxka hutsak betetzen joan beharko du, betiere, hurrengo baldintzak beteta:

- Zenbakia 1 et 9 artean egon behar da.
- Eremuetan, zutabeetan eta lerroetan ezin dira zenbakiak errepikatu

Jokalaria baldintza horiek betetzen dituzten zenbakiekin Sudoku betez gero, jokia bukatu egingo da, eta, sudoku ondo planteatuta badago, ebazpen posible bakarra izango du. Joko honetan, oso ohikoa da jokalariek gelaxka bati dagozkion hautagai posibleak anotatzea, eta baita gelaxken balioak inferitzeko metodo desberdinak erabiltzea ere.

Proiektu honetan, sudoku Java inplementatzeaz gain, jokoaren interfaze grafikoa (GUI) ere egin beharko da, eta 1. irudiko itxura izango du:



Aurreko irudiak azaldu bezala, gelaxken matrizea ezkerrean kokatzen da, eta bestelako aukerak eskuman. Sudokuari dagokionez, jokalaria hiru ekintza mota burutu ditzake matrizean:

- **Gelaxka bati balio bat esleitu:** ekintza hori *hasierako baliorik* bako gelaxketan soilik burutu daiteke.
- **Gelaxka batetan hautagaiak esleitu edo ezabatu:** ekintza hori gelaxka hutsetan (baliorik bakoetan) soilik burutu daiteke.
- **Laguntza eskatu:** ekintza hori edonoiz burutu daiteke, “Laguntza” botoia zapalduta. Bada, sudokuen ebazpenerako hainbat metodo aplikatuko ditu, eta, aplikagarriren bat topatuz gero, azken horren inguruko informazioa erakutsiko du.

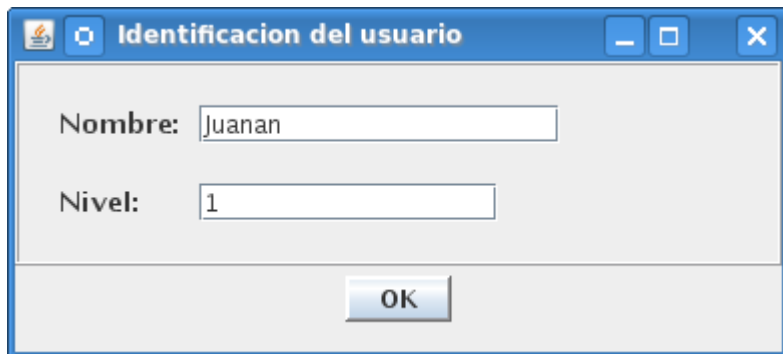
Proiektuaren nondik norakoak modu orokorrean azaldu ostean, hurrengo atalek jokoaren faseak zehatzago deskribatzen dituzte.

## 2. SUDOKU FASEAK

Jokuak hurrengo hiru faseak ditu: *Login* fasean, jokalaria erregistratu egiten da eta zailtasun maila aukeratzen du; ondoren, jokia hasten da eta jokalaria gelaxka hutsak betetzeari ekiten dio; azkenik, sudokua bukatu egiten da eta jokalaria hoberenen ranking-a erakusten. Kontuan izan sudokuaren bukaerak bi arrazoi izan ditzakeela: jokalaria sudokua osorik ebazten duelako, edo “Bukatu” botoia zapaltzen duelako. Hurrengo puntuek aipatutako hiru faseak deskribatzen dituzte.

### 2.1. Login

Jokalaria bere izenarekin erregistratzen da, eta sudokuaren zailtasun maila aukeratzen du. Hala, sudoku zerrenda bat eskuragarri izango da, eta, azken hori prozesatu ondoren, jokuak zailtasun maila horretako aurreneko sudokua kargatuko du. Aukeratutako zailtasun mailadun sudokurik egon ezean, hurrengo mailako aurrenekoa aukeratuko da. 2. irudiak Login-erako dialogo panela erakusten du:



The image shows a Windows-style dialog box titled "Identificacion del usuario". It has a blue title bar with standard window controls. The main area is light gray and contains two labels with corresponding text boxes: "Nombre:" followed by a text box containing "Juanan", and "Nivel:" followed by a text box containing "1". At the bottom center, there is a button labeled "OK".

Aurretiaz definitutako sudokuak "sudoku.txt" fitxategian egongo dira. Gauzak horrela, fitxategiko sudoku bakoitza kode batekin (karaktere katea), zailtasun maila batekin (osoa), hasierako egoeraren matrizea (osoena) eta ebazpen zuzenaren matrizea (osoena).

Nahi izanez gero, sudoku gehiago ondorengo webgunean lor ditzakezue: [http://www.sudoku-download.net/sudoku\\_9x9.php](http://www.sudoku-download.net/sudoku_9x9.php).

## 2.2. Jokua

Erabiltzaileak gelaxka hutsak balioz beteko ditu sudokua osatu arte, eta balio horiek inferitzeko arazoak baditu, laguntza eskatu dezake edozein momentutan. Bada, jokalariai "Laguntza" botoia zapaltzean, sistemak eskuragarri dituen ebazpenerako teknika guztietatik aplikatu daitezkeenak soilik erabiliko ditu. Teknikaren arabera, gelaxka batetako balio bat erakutsi dezake, edo gelaxka baten hautagaien filtraketa egin. Azken horrekin lotuta, sistemak erabilitako teknika, teknikaren ebazpena eta gelaxkaren koordinatuak erakutsiko ditu. Hurrengo adibidean, sistemak (7,8) koordinatuko gelaxkan *Unique* teknika (ikus 3. atala) aplikatu duela adierazten du, eta gelaxka horretako hautagai bakarra 4 dela.



**Autazko moduan,** aplikatutako teknikaren ebazpena matrizean efektibo egitea eta aldaketa horiek *Logger* batetan erregistratzea inplementatu daiteke. Hau da, aurreko irudiko adibidean, (7,8) gelaxkan 4 zenbakia sartuko da, eta azken aldaketa hori *Logger*-ean isaltuko. Azken aukera hau inplementatuz gero, ebaluaziorako kontuan hartuko da.

## 2.3. Jokoaren bukaera

Aurreko atal batean aipatu bezala, sudokua jokalariai ebazpen osoa lortzerakoan edo "Bukatu" botoia zapaltzerakoan bukatuko da. Ondoren, jokalariai hoberenen puntuazio ranking-a erakutsiko du, eta, gero, sistemak jokalariai jolasten jarraitu nahi duen ala ez galdetuko dio. Jokalarien puntuazioa kalkulatzeko, hurrengo formula erabiliko da:

$$\text{puntuazioa} = (30000 * \text{zailtasunMaila} / (\text{denbora} + (30 * \text{laguntzaKop})))$$

Formula horretan, `zailtasunMaila` 1 eta 3 arteko zenbaki osoa da, `denbora` joko bukatzeko bigarren kopurua, eta `laguntzaKop` jokalariai laguntza eskaera kopurua. Gauzak horrela, zenbat eta zailtasun handiagoa, eta denbora eta laguntza eskaera gutxiago, orduan eta puntuazio altuagoa lortuko da.

Kontua izan osorik ebatzitako sudokuen puntuazioa soilik gordeko direla, eta sesioa bukatzerakoan ranking-a 10 hoberenena izango dela, eta azken horiek soilik erakutsiko direla. Horretaz gain, erabiltzaileak puntuazioak mailaka filtratzeko eta maila bakoitzeko puntuazio maximoa erakusteko aukerak izango ditu.

## 3. EBAZPEN TEKNIKAK

Sudokuen ebazpenerako hainbat teknika daude, eta beren helburuak bi motatakoak izan daitezke: gelaxken hautagaien filtraketa edo gelaxken balioen ebazpena. Hurrengo puntuek hainbat teknika deskribatzen dituzte, eta proiektu honetan **Sole Candidate** eta **Unique** derrigorrez inplementatuko dira. **Gainontzekoak hautazkoak** dira, eta, inplementatuz gero, ebaluaziorako kontuan hartuko dira.

### Sole Candidate

Gelaxka batek batek **hautagai bakarra** izan dezake; hautagaia ez diren beste zenbaki guztiak eremuan, zutabea edo lerroan agertzen dira. Hau da, *beste lerro eta zutabeak gainontzeko zenbakiekin beteta daude*. 4. irudiko adibidean, 6. lerroan, 6. zutabea eta erdiguneko eremuan, 5 zenbakia ez ezik, beste gutiak agertzen dira. Beraz, (6,6) gelaxkako hautagai posible bakarra 5 da.

					1			
					6			
			4					
				8				
2	9							7
					3			

4. irudia: Sole candidate adibidea.

## Unique Candidate

Zenbaki jakin bat behin bakarrik jarri daiteke eremu/zutabe/lerro beteta, eta, ondorioz, leku bakarra dagokio. Bestela esanda, gelaxka batetako eremutik at, beste lerro eta zutabeak zenbaki berarekin beteta daude.

Esaterako, hurrengo adibidean hegomendebaldeko eremuan, (8,1) posizioak 4 zenbakia soilik izan dezake. Izan ere, aipatutako eremuko bigarren eta hirugarren zutabeetan 4 zenbakia agertzen da (goiko bi eremuetan), bederatzigarrenean lerroan 4 agertze da berriro (hegoerdialdeko eremuan), eta bere eremuko (7,1) posizioa okupatuta dago.

		4					
	4						
5							
				4			

5. irudia: Unique candidate adibidea.

## Eremu eta Zutabe/Lerro iterazioak

Metodo honek *bloke batetako lerro edo zutabe zehatz batetan hautagai jakin bat zehaztuko du, eta beste blokeetan hautagai hori kendu* egingo du lerro edo zutabe horretatik. Esaterako, 6. irudiko adibidean, erdiguneko eremunan 7 balioa 5. lerroan soilik ager daiteke, eta, ondorioz, 7 zenbakia hautagai legez deskartatu daiteke lerro horretako gainontzeko eremuetatik.

				7			
			2	1			
✕	✕	✕			✕	✕	✕
			9	6			

6. irudia: Eremu eta Zutabe/Lerro iterazioak adibidea.

## Eremu/Eremu iterazioak

Teknika hau hobeto ulertzen da adibideari begira. Erdiguneko eta erdi-mendebaldeko blokeetan 8 zenbakia 4 eta 6 lerroetan sar daiteke soilik. Beraz, 8 zenbakia ezingo da hautagaia izan erdi-ekialdeko eremuko lerro horietan.

		8						
						8	8	8
2	9			1	4			
						8	8	8
			8					

7. irudia: Eremu/Eremu iterazioak adibidea.

## Naked subset

8. irudiko adibidean, 4 eta 7 hautagaiak 1. zutabe osoan agertzen dira, besteak beste. Baina, 1. eta 5. lerroetan ez dago beste hautagai posiblerik (gorriz irudian), eta, ondorioz, 4 eta 7 ezabatu egin behar dira aipatutako zutabeko gainontzeko lerroetan (urdinez irudian). Teknika hau *lau kandidatu posiblera arte hedatu* daiteke.

<del>4</del> 7	2		1					
<del>1</del> 4		6						
5		3						
<del>4</del> 6	3							
<del>4</del> 7	1			2		6		
<del>4</del> 2			6					
8								
<del>1</del> 2 3 4 6								
9								

8. irudia: Naked subset adibidea.

### Hidden subset

9. irudiko adibidean, 5, 6 eta 7 zenbakiak (5,1) eta (6,1) gelaxketan sar daitezke (gorriz), eta 5 zenbakia (8,1) gelaxkan ere agertzen da (urdinez). Hala, 6 eta 7 zenbakiak gorriz daudenetan jarri behar direnez, 5 zenbakia derrigorrez (8,1) gelaxkan doa, eta azken gelaxka horren hautagai oro ezabatu daiteke (2 eta 3 zenbakiak, adibidean).

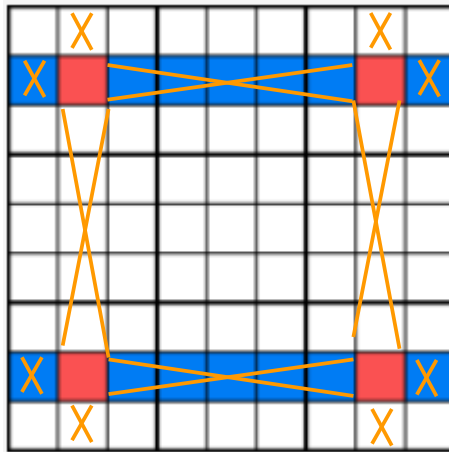
4		
8		
1		
2 3		1
<del>2 3</del> <del>7</del> 6	8	
<del>2 3</del> <del>7</del> 6		9
2		
9		
<del>2 3</del> 5		7
2 3		
9		

9. irudia: Hidden subset adibidea.

### X-Wing

Metodo hau rektangelu bat osatzen duten gelaxkentzako da, 10 irudiko adibidean gorriz markatutakoak bezalakoentzat. Demagun gelaxka urdin eta gorriek 5 zenbakia dutela hautagai legez, eta 2. eta 8. zutabeetako gelaxka gorrietan soilik 5 zenbakia dagoela.

Gauzak horrela, 4 gelaxka gorrietatik 2tan soilik jarri ahalko da 5 hautagai legez, eta bakoitzak lerro eta zutabe desberdina okupatuko du derrigorrez. Beraz, gelaxka gorriak kenduta, urdinez markatutako gelaxketan 5 zenbakia ezingo da hautagaia izan.



**10. irudia:** X-Wing adibidea.