

Spiele-KI mit Python programmieren

DAS INHALTS- VERZEICHNIS

» Hier geht's
direkt
zum Buch

Auf einen Blick

1	Einleitung	23
2	Software	41
3	Hi! I'm Eliza	55
4	Eliza revamped	95
5	Nim	143
6	Nim unleashed	179
7	Tic-Tac-Toe	217
8	Tic-Tac-Q	255
9	Black & White	283
10	Black & White: Denken und Steuern	341
11	Von Sudoku zu intelligenten Lösungen	401
12	Maze Madness	447
13	Die Geister, die ich rief	497
14	Tut's Treasure	535
15	Spektiven	609

Inhalt

Danksagung	19
Materialien zum Buch	21
1 Einleitung	23
1.1 Ich freue mich, dass Sie dabei sind	24
1.2 Was erwartet Sie in diesem Buch?	24
1.3 Abgrenzung zu modernen KI-Technologien	25
1.4 Was genau ist in diesem Buch zu finden?	27
1.4.1 Eliza und KI-Grundlagen	27
1.4.2 Nim und der Minimax-Algorithmus	28
1.4.3 Tic-Tac-Toe und Reinforcement Learning	29
1.4.4 Reversi	30
1.4.5 Sudoku und die Verbindung zur prozeduralen Generierung	31
1.4.6 Maze Madness	32
1.4.7 Maze-Man (angelehnt an: Pac-Man)	32
1.4.8 Tut's Treasure	33
1.5 Ist dieses Buch für Sie geeignet?	34
1.5.1 Für Programmierer mit Python-Kenntnissen	35
1.5.2 Für Einsteiger in die Programmierung	35
1.5.3 Warum es keine Grundlagenkapitel gibt	35
1.5.4 Aufbauende Projekte für kontinuierliches Lernen	36
1.6 Das Ziel dieses Buches	37
1.7 Wenn ich weiter gesehen habe	38
2 Software	41
2.1 Alternative 1: Installation von Python	42
2.2 Alternative 2: Installation von Anaconda	44

2.3	Installation von Pygame	45
2.4	Installation von Visual Studio Code	46
2.5	Erste Schritte mit Visual Studio Code	48
2.6	Extensions installieren und nutzen	50
2.7	JupyterLab installieren	52

3 Hi! I'm Eliza 55

3.1	Was ist Eliza?	56
3.2	Was ist ein Turing-Test?	57
3.3	Woher kommt der Name Eliza?	59
3.4	Das MVC-Entwurfsmuster	60
3.5	Ablauflogik von Eliza	62
3.6	Implementierung von Eliza	64
3.6.1	Das Hauptprogramm	65
3.6.2	Der Startbildschirm	66
3.6.3	Laden und Speichern von Daten	69
3.6.4	Hallo und Tschüss	80
3.6.5	Texteingabe und -analyse	81
3.7	Ausblick	94
3.8	Literatur und Quellenangaben	94

4 Eliza revamped 95

4.1	Was ist Pygame?	96
4.1.1	Vorteile von Pygame	97
4.1.2	Nachteile von Pygame	97
4.2	Pygame installieren	97
4.2.1	Pygame importieren und initialisieren	98
4.3	Architektur einer Pygame-Anwendung	98

4.4	Pygame trifft Eliza	105
4.4.1	Designidee: Messenger-Optik	105
4.4.2	Bildschirmauflösung und Layout	106
4.4.3	Hintergrundbild erzeugen	106
4.4.4	Do Androids Dream of Electric Sheep?	108
4.4.5	Hintergrundbild einbinden	109
4.4.6	Message-Bubble erstellen	111
4.4.7	Testumgebung erstellen	118
4.4.8	Die Klasse Text_Field	121
4.4.9	Ein blinkender Cursor	126
4.4.10	Das Textfeld zeichnen	129
4.4.11	Ein Scrollbalken	131
4.4.12	Das Eliza-Skript integrieren	136
4.5	Elizas Struktur	138
4.6	Zusammenfassung	140
4.7	Ausblick	141
4.8	Literatur- und Quellenangaben	141
5	Nim	143
<hr/>		
5.1	Ordnerstrukturen für größere Projekte	144
5.2	Backtracking und Rekursion	146
5.2.1	Rekursion	148
5.2.2	Die Fakultätsfunktion	148
5.2.3	Die Fibonacci-Funktion	151
5.2.4	Das N-Damen-Problem	154
5.3	Strategie und Mathematik hinter Nim	158
5.3.1	Die vereinfachte Version von Nim	158
5.4	Der Minimax-Algorithmus	159
5.4.1	Spielbäume	159
5.4.2	Der optimale Schritt	163
5.5	Implementierung von Minimax am Beispiel von Nim	166
5.5.1	Die einzelnen Fälle	167
5.5.2	Der Basisfall	168

5.5.3	Der rekursive Fall	168
5.5.4	Optimierung des Codes	170
5.5.5	Die Bewertungsfunktion	171
5.5.6	Die Zugfunktion	172
5.5.7	Den besten Zug ermitteln	173
5.6	Der komplette Quelltext	174
5.7	Ausblick	177
5.8	Literatur und Quellenangaben	178
6	Nim unleashed	179
<hr/>		
6.1	Projektstruktur anlegen	180
6.1.1	Konstanten auslagern	181
6.1.2	Farben auslagern	182
6.1.3	Die Klasse Game auslagern	183
6.1.4	Die neue Struktur ist MVC-kompatibel	183
6.2	Nim nach PyGame migrieren	184
6.2.1	Designentscheidungen	184
6.2.2	Hintergrundbild erzeugen	184
6.2.3	Hintergrundbild einbinden	185
6.2.4	Buttons einbinden	187
6.2.5	Eine TextArea erstellen und einbinden	190
6.2.6	Der Scrollbalken VScrollBar	193
6.2.7	MessageBox einbinden	194
6.2.8	Erstellen der Oberfläche	198
6.2.9	Das Spielbrett und der Spielzustand	204
6.2.10	Münzen für den View	206
6.2.11	Die KI integrieren	207
6.3	Ich krieg Zustände	211
6.4	Eine Optimierung für die GUI-Komponenten	214
6.5	Ausblick	216
6.6	Literatur und Quellenangaben	216

7	Tic-Tac-Toe	217
7.1	Projektstruktur anlegen	218
7.2	Das Board und die Regeln	218
7.3	Die drei KIs	221
7.3.1	AbstractAI	223
7.3.2	RandomAI	224
7.3.3	MiniMaxAI	225
7.3.4	ScoreAI	229
7.4	Die GUI erstellen	235
7.4.1	Ein Hintergrundbild einbinden	235
7.4.2	Farbgebung	236
7.4.3	GridView	236
7.4.4	DropDown	241
7.4.5	YesNoMessageBox	243
7.4.6	Button	246
7.5	Die Control-Klasse	247
7.6	Ausblick	254
8	Tic-Tac-Q	255
8.1	Q-Learning	256
8.1.1	Woher stammt der Name?	256
8.1.2	Alltagsbeispiel: Fahrradfahren lernen	257
8.1.3	Formale Beschreibung des Reinforcement Learnings	259
8.1.4	Training des Agenten	260
8.2	Swampy Fields	262
8.3	Q-Learning in Tic-Tac-Toe	270
8.3.1	Unterschiedliche Tabellen	270
8.3.2	Eine andere Lernstrategie als bei Swampy Fields	271
8.3.3	Ein komplettes Beispiel	271
8.3.4	Hyperparameter	281
8.4	Ausblick	282
8.5	Literatur und Quellenangaben	282

9	Black & White	283
9.1	Projektstruktur anlegen	285
9.2	Das Board und die Regeln	286
9.2.1	Spielfeld und Startposition	286
9.2.2	Regeln	287
9.2.3	Ziel des Spiels	290
9.2.4	Die Klasse Board	291
9.3	Alpha-Beta Pruning	301
9.4	Die KI	304
9.4.1	AbstractAI	306
9.4.2	RandomAI oder Planlos Peter	306
9.4.3	MaxAI oder Gier Gundula	307
9.4.4	MobilityAI oder Mobi Max	308
9.4.5	PositionalAI oder Positions Paula	309
9.4.6	MiniMaxAI oder Minimax Mike	312
9.4.7	AlphaBetaAI oder Alpha Anna	314
9.4.8	Konfig Karl	317
9.5	Die GUI erstellen	317
9.5.1	Hintergrundbild einbinden	318
9.5.2	Farbgebung	318
9.5.3	GridView	319
9.5.4	Stone	323
9.6	Animationen und Daumenkinos	325
9.6.1	Phasen der Animation	325
9.6.2	Animation mit Einzelbildern	326
9.6.3	Animation mit einem Spritesheet	328
9.6.4	Animationen selbst erstellen	329
9.7	Die Control-Klasse	331
9.8	Ausblick	338
9.9	Literatur und Quellenangaben	339

10 Black & White: Denken und Steuern 341

10.1 State Charts	342
10.1.1 Wofür wurden State Charts entwickelt?	343
10.2 Beispiele für State Charts	344
10.2.1 Ein Schalter	344
10.2.2 Ein Schalter mit Lampe	347
10.2.3 Eine Lampe mit Zeitschaltung	349
10.2.4 Eine Verkehrsampel	354
10.3 Ein Menüsystem	358
10.3.1 Die Struktur des Menüsystems	360
10.3.2 Die Klasse bw	361
10.3.3 Die Klasse Game	362
10.3.4 Der Basiszustand BaseState	366
10.3.5 Die Klasse GameMenu	367
10.3.6 Die Klasse GameRules	371
10.3.7 Die Klassen GameOver und Gameplay	379
10.4 Optimierung des Alpha-Beta Prunings	379
10.4.1 Startzustand – zurück zu Minimax	380
10.4.2 Optimierung 1 – die Bewertungsfunktion	384
10.4.3 Optimierung 2 – deepcopy umgehen	386
10.4.4 Optimierung 3 – Alpha-Beta statt Minimax	388
10.4.5 Optimierung 4 – eine Transposition Table einführen	391
10.4.6 Optimierung 5 – Züge sortieren	396
10.4.7 Optimierung 6 – Züge parallelisieren	398
10.5 Ausblick	400

11 Von Sudoku zu intelligenten Lösungen 401

11.1 Was ist ein CSP?	402
11.1.1 Formale Definition eines CSP	402
11.1.2 Einfache Beispiele für CSPs	403
11.2 Warum Sudoku?	403
11.3 Was ist ein Sudoku?	404
11.3.1 Eine Reise in die Vergangenheit	405

11.3.2	Wie ist ein Sudoku aufgebaut?	405
11.3.3	Ein Sudoku lösen	406
11.4	Sudokus erzeugen	414
11.4.1	Sudokus mit CSP erzeugen	415
11.4.2	Sudokus ohne CSP erstellen	419
11.4.3	Tauschen von Zeilen in einem Sudoku	421
11.4.4	Tauschen von Spalten in einem Sudoku	422
11.4.5	Tauschen von Zeilen von Blöcken	423
11.4.6	Tauschen von Spalten von Blöcken	423
11.4.7	Tauschen von Zahlen	424
11.4.8	Das Geheimnis der leeren Felder: Wie ein Sudoku zum Leben erwacht	425
11.4.9	Formen der Harmonie	426
11.4.10	Referenzen im Quelltext	428
11.5	Schrödingers Sudoku – Aspekte der Quantenmechanik	428
11.5.1	Schrödingers Katze	429
11.5.2	Superposition	429
11.5.3	Kollaps der Wellenfunktion	430
11.5.4	Bezug zwischen Sudoku und der Quantenmechanik	430
11.6	Sudokus lösen	432
11.6.1	Das Strategy-Pattern	432
11.6.2	Backtracking als Lösungstechnik	432
11.6.3	Naked Singles	434
11.6.4	Hidden Singles	436
11.6.5	Naked Pair	437
11.6.6	Hidden Pair	438
11.7	Wo ist das Projekt?	439
11.8	Sound und Musik	440
11.8.1	Hintergrundmusik finden	441
11.8.2	Hintergrundmusik laden	441
11.8.3	Hintergrundmusik abspielen	441
11.8.4	Lautstärke einstellen	442
11.8.5	Hintergrundmusik anhalten und fortsetzen	442
11.8.6	Soundeffekte finden	443
11.8.7	Soundeffekte laden	443
11.8.8	Soundeffekte abspielen	443

11.9	Export als PDF, PNG, PPT	444
11.10	Ausblick	445
11.11	Literatur und Quellenangaben	446
12	Maze Madness	447
<hr/>		
12.1	Irrgärten erzeugen	448
12.2	Das Spielkonzept von Maze Madness	457
12.3	Steuerung des Spiels	459
12.3.1	Steuerung über die Tastatur	459
12.3.2	Steuerung über das GamePad	463
12.4	Grafiken	467
12.4.1	Die Grafiken für den Irrgarten einbinden	468
12.4.2	Grafiken für den Spieler einbinden	470
12.4.3	Grafiken für den Geist einbinden	471
12.4.4	Grafiken für das Gold einbinden	471
12.5	Gold einbinden	471
12.6	Die Geister	473
12.6.1	KI in Maze Madness	474
12.6.2	Geister auf Patrouille	474
12.6.3	Pixelgenaue Bewegung der Geister	478
12.7	Selina V2.0	480
12.8	Erweiterungen an Maze und MazeCell	485
12.9	Die Geister V2.0	487
12.10	Das finale Gameplay	490
12.10.1	Sackgassen	491
12.10.2	Eine Lupenfunktion	492
12.11	Wo ist das Projekt?	494
12.12	Ausblick	494
12.13	Literatur und Quellenangaben	495

13 Die Geister, die ich rief	497
13.1 Urheberrecht	498
13.2 Maze Man	499
13.3 Prozedurale Irrgärten	499
13.3.1 Der Sourcecode	508
13.3.2 Von Blöcken zu Pixeln	516
13.4 Die Logik der Gegner	518
13.4.1 Die Gegner allgemein	518
13.4.2 Der rote Gegner »Fredo«	527
13.4.3 Der rosa Gegner »Rosie«	528
13.4.4 Der hellblaue Gegner »Azuro«	529
13.4.5 Der orangene Gegner »Tango«	530
13.5 Der Spieler	531
13.6 Wie geht es nun weiter?	531
13.6.1 Punkte fressen	531
13.6.2 Level abgeschlossen	531
13.6.3 Maze Mans Tod	532
13.6.4 Wechsel der Gegner-KI	532
13.6.5 Sprites und Animationen	532
13.7 Ausblick	532
13.8 Literatur und Quellenangaben	533
14 Tut's Treasure	535
14.1 Urheberrecht	537
14.2 Ideen für unser Spiel	539
14.3 WFC – Wave Function Collapse	540
14.3.1 Superposition im Sudoku	541
14.3.2 Superposition auf einer Feier	541
14.3.3 Land, Küste, Wasser	542

14.4 Ist WFC künstliche Intelligenz?	545
14.5 Mit WFC zu Platformer-Leveln	546
14.5.1 Der Level-Editor	547
14.5.2 Analyse der Level	548
14.5.3 Das Analyseprogramm	550
14.5.4 Die WFC-Daten	550
14.6 Der WFC-Code	550
14.6.1 gameplaywfc	551
14.6.2 Tile	553
14.6.3 TileWorld	557
14.7 Wegesuche mit A*	562
14.8 A* Im Irrgarten	564
14.9 Überblick über das Spiel	575
14.9.1 Menü	575
14.9.2 Der Level-Editor	576
14.9.3 Die Level-Auswahl	578
14.9.4 Der Parallax-Effekt	579
14.9.5 Das Kamera-System	583
14.9.6 Das HUD	585
14.9.7 Audiovisuelles Feedback	586
14.9.8 Der Ausgang	588
14.9.9 Die Charaktere	591
14.9.10 Der Hero	592
14.9.11 Die Mumie	596
14.10 Ausblick	607
14.11 Literatur und Quellenangaben	608
15 Spektiven	609
<hr/>	
15.1 Retro-Spektive	610
15.2 Per-Spektive	612
15.3 Pro-Spektive	612

15.4 Intro-Spektive	613
15.5 Das Ende einer Reise – die Freude bleibt	614
Index	615