

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1

RAZVOJ AGENTA ZA IGRANJE IGRE ENTANGLEMENT

Iva Rengel

Zagreb, lipanj, 2024.

Ovdje dolazi tekst zadatka završnog rada na hrvatskom jeziku.

Hvala na kavi...

Sadržaj

1. Uvod	2
2. Glavni dio	4
2.1. O igri Entanglement	4
2.2. Heuristike i agenti	5
2.3. Razvojno okruženje za implementaciju agenata	5
2.4. Definicija stanja igre, ploče, opasnosti i koraka	5
2.5. Biranje koraka slučajnim odabirom	6
2.5.1. Neposredna heuristika	6
2.5.2. Dubinska heuristika sa slučajnim odabirom	6
2.5.3. Dubinska heuristika sa izračunavanjem najduljeg puta	6
3. Rezultati i rasprava	7
4. Zaključak	9
Literatura	10
Sažetak	11
Abstract	12
A: The Code	13

1. Uvod

Neki od radova koje ćemo citirati su [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Trebaju nam samo radi testiranja kako izgleda referenciranje rada s konferencije, rada iz časopisa, knjige i Internetske stranice.



Slika 1.1. Moja prva slika

Referenciramo se na sliku 1.1. u sredini rečenice, zatim prije zareza 1.1., te zatim na kraju rečenice 1.1. Upravo smo testirali radi li naredba `\ref` ispravno u slučaju kada nakon nje slijedi točka.

Sada slijedi jedna jednačba:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt = F(\omega) \tag{1.1}$$

Jednačba (1.1) je moja prva jednačba koja defnira par $f(t) \circ \bullet F(\omega)$ ili $F(\omega) \bullet \circ f(t)$.

Opis zadatka gdje ce se pojaviti ovaj tekst? Neznam dok ne convertam opet PDF? Tocno. Okay, krenimo s pisanjem zavrsnog.

Poručiti pravila igranje igre Entaglement. Razviti jednostavno programsko okruženje koje omogućuje testiranje različitih agenata za igranje navedene igre. Razviti jednostavne heuristike za igranje navedene igre. Proučiti literaturu koja se bavi razvojem

agenata za slične probleme igranje igara. Predložiti i razviti agenta za igranje igre Entanglement koji je temeljen na metodama optimizacije ili neuronskih mreža. Ispitati učinkovitost razvijenog agenta te ju usporediti s rezultatima ostvarenim jednostanim heuristikama. Radu priložiti izvorne tekstove programa, dobivene rezultate uz potrebna objašnjenja i korištenu literaturu.

Plan rada: Za vrijeme pisanja ovog dijela trenutno je 5ti tjedan nastave. Planirana poglavlja dokumentacije: - opis igre entanglement - opis pronadene i modificirane igre u koju se može ubaciti agent - razvijanje i isprobavanje heuristika - razviti agente s neuronskim mrežama - razviti agente korištenjem metoda optimizacija - usporedba rezultata - opt: upogonjenje heuristika u kombo s neuronskom mrežom

Zadatci: - pokušat upogonit onay python package za crtanje grafova radi mogućnosti vizualizacije rezultata - proučiti literaturu i napisati sažetke o navedenim temama iznad

2. Glavni dio

2.1. O igri Entanglement

Igra Entanglement jest online igra koju su napravili [7] Gopherwood Studios. Igra se sastoji od velike igrače ploče s heksagonalnim izrezima u koje se postavljaju pločice. Igra kreće od središnje, već postavljene pločice. Na njoj je vidljiv "konac" izrazite boje, ovdje je crven te će u kasnijim primjerima biti žarko zelen.

Jedan potez igre jest jedno postavljanje nove pločice. Sve pločice na sebi imaju 12 smjerova, spojenih međusobno u šest nasumično izabranih puteva. Prije no što se pločica postavi na ploču, moguće ju je rotirati ili zamijeniti sa zamjenskom pločicom. Nakon postavljanja, iz onog smjera iz kojeg dolazi konac iz prijašnje ploče, put koji počinje tim smjerom bit će osvijetljen bojom. Igra se nastavlja davanjem igraču novogeneriranu pločicu koje sada može postaviti na polje gdje put konca završava.

Ako put konca ne završi u praznom polju, već u startnom polju ili na granici, igra završava. Ako put konca završava tamo gdje se nalazi već postavljena igračeva pločica, za svaku naknadnu pločicu koju konac prođe do sljedećeg praznog mjesta ili granice dodaje se linearno rastući broj bodova na vrijednost ukupnih bodova. Na primjer, ako se konac pronađe u praznom polju odmah nakon postavljanja ploče, igrač dobiva samo 1 bod. Ali ako se kraj konca pronađe na ulazu u neku drugu ploču te sveukupno prolazi kroz 4 pločice dok ne dođe do praznog polja, na kraju prolaska na vrijednost ukupnih bodova akumulirat će se cijena $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ bodova.

Jednom kada se trenutna pločica zamjeni sa zamjenskom, tamo će ostati do sljedeće zamjene. Cilj igre jest skupiti što je moguće više bodova prije no što se popune sve prazne pločice ili se konac "zabije" u neku od granica. U oba slučaja, krajnji bodovi isti su sveukupnim do tada akumuliranim bodovima kroz igru.

2.2. Heuristike i agenti

2.3. Razvojno okruženje za implementaciju agenata

Sljedeći korak na mom putu bio je pronalazak verzije igre čiji kod mogu mijenjati po želji. Naime, kod originalne online verzije igre jest skriven i na njega se ne može jednostavno priključiti. Kako bih uspjela u implementaciji različitih heuristika i agenata i vidjela kako utječu na igru, potreban mi je izvorni kod igre s istim pravilima. Takav je pronađen u GitHub repozitoriju [8] entanglement osobe Brian Shaginaw.

Ovaj repozitorij pisan je u Pythonu 2, pa je prva stvar kod spajanja na izvorni kod bila mijenjanje i prilagođavanje koda da radi s Pythonom verzije 3. Ovaj korak izveden je relativno brzo, te je sljedeći dio zauzeo puno više vremena, a to je proučavanje i pokušavanje spajanja na kod te istraživanje što su to heuristike i kako ih uspješno implementirati.

U kod je bilo potrebno dodati neke nove funkcije. Radi preglednosti i otkrivanja pogrešaka, implementirane su funkcionalnosti pauziranja i izlaska iz programa. Dodana je metoda resetiranja igre, kako bi se, nakon zabijanja konca u zid, umjesto da program završi s radom umjesto toga obrisala ploča, spremili rezultati te započela nova runda igre. Također, dodana je metoda koja na temelju ulaza obavlja jedan korak igre (postavljanje pločice.)

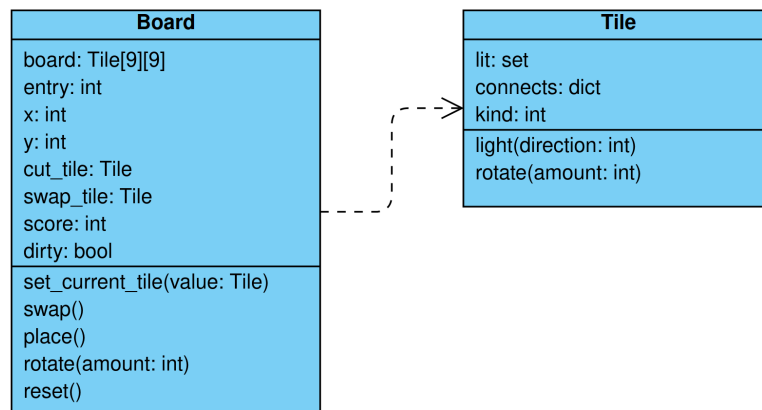
2.4. Definicija stanja igre, ploče, opasnosti i koraka

Kako bismo mogli birati optimalne korake od onih mogućih, nekako moramo definirati koliko nam je svaki korak vrijedan. Vrijednost koraka ovisit će o trenutnom stanju igre. Naime, pločica se ne nalazi u istoj situaciji ako je okružena praznim poljima, ili ako je samo jedno neposredno mjesto uz nju prazno. Zato moramo prikupiti informacije iz izgleda same ploče u neku strukturu koju će nam biti lakše obraditi.

Stanje igre temeljit ćemo na već postojećim tipu podataka u kodu nazvanoj Board, što je klasa koja predstavlja igraču ploču (Slika 2.1.).

Stanje igre određeno je s nekoliko stvari vidljivih na ekranu tijekom igre:

- koliko ploča jest prazno, ili alternativno, već postavljeno i na kojem mjestu - gdje



Slika 2.1. Dijagram razreda Board i Tile

nam se nalazi završetak konca; na to mjesto u sljedećem koraku postavljamo novu pločicu - smjerovi konaca i pozicije svake već do tad postavljene ploče - izgled zamjenske pločice

2.5. Biranje koraka slučajnim odabirom

Kako bismo imali nešto s čime dalje možemo uspoređivati efektivnost koje heuristike pogledati će mo što se događa sa igrom ako joj prepustimo odabir svakog sljedećeg koraka slučajnom odabiru. Nakon 100 koraka igre, vidljivo je da se rezultat kreće oko ... na grafu priloženom ispod.

2.5.1. Neposredna heuristika

2.5.2. Dubinska heuristika sa slučajnim odabirom

2.5.3. Dubinska heuristika sa izračunavanjem najduljeg puta

3. Rezultati i rasprava

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam

rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

4. Zaključak

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Literatura

- [1] A. Agrawal, S. Ramalingam, Y. Taguchi, i V. Chari, “A theory of multi-layer flat refractive geometry”, u *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2012., str. 3346–3353. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2012.6248073>
- [2] M. Gupta i S. K. Nayar, “Micro phase shifting”, u *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, lipanj 2012., str. 813–820. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2012.6247753>
- [3] D. C. Ghiglia i M. D. Pritt, *Two-Dimensional Phase Unwrapping: Theory, Algorithms, and Software*. Wiley, svibanj 1998.
- [4] R. Hartley i A. Zisserman, *Multiple view geometry in computer vision*. Cambridge university press, 2003.
- [5] Y. Y. Schechner, S. K. Nayar, i P. N. Belhumeur, “Multiplexing for optimal lighting”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, sv. 29, br. 8, str. 1339–1354, kolovoz 2007. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2007.1151>
- [6] 123D Catch, <http://www.123dapp.com/catch>, [mrežno; stranica posjećena: travanj 2017.].
- [7] Entanglement by Gopherwood Studios, <https://entanglement.gopherwoodstudios.com/en-US-index.html>.
- [8] Brian Shaginaw, <https://github.com/orez-/entanglement>.

Sažetak

Razvoj agenta za igranje igre Entanglement

Iva Rengel

Unesite sažetak na hrvatskom.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Ključne riječi: prva ključna riječ; druga ključna riječ; treća ključna riječ

Abstract

Development of an agent for solving the Entanglement game

Iva Rengel

Enter the abstract in English.

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

Keywords: the first keyword; the second keyword; the third keyword

Privitak A: The Code

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam

rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.