

Dokumentin tulee sisältää seuraavaa:

1. Henkilötiedot

Labyrinttipeli; Aarni Haapaniemi; 788270; AIT/IT; 03/05/2020

2. Yleiskuvaus

Tässä on luotu labyrintti-peli, jota pelataan satunnaisesti luodussa labyrintissa, jolla voi olla mikä tahansa käyttäjän antama koko väleillä 2-150 x 2-150 (Tätä suurempaa en anna luoda koska peli olisi turhan hidas ja pieni muuten, pienempää en anna koska 1xn tai nx1 labyrintti ei ole hauska pelata.). Jos käyttäjä laittaa jonkin luvun tämän yli tai ali niin koko korjataan siten että se on tuolla välillä.

Labyrintissa liikutetaan hymiö-ukkelia WASD näppäimillä, ja vihreiden/sinisten muurin yli voi hyppiä/ryömiä. Jos kaipaa haastetta, "C" näppäintä painamalla voi pelata haaste-modella, jolloin labyrintissa on zombeja jotka yrittävät syödä pelaajan, ja avain joka pitää hakea ennen kuin pääsee maaliin (tässä kannattaa hyödyntää muurien yli ja ali hyppimistä. Zombeilla ei ole kovinkaan kehittyneet aivot eivätkä osaa mennä näiden yli).

Labyrintissa pääsee myös katsomaan animaation siitä kuinka labyrintti luodaan ja/tai kuinka vastaus löydetään (vastausta ei kuitenkaan anneta kun pelaaja on haaste-moodissa).

Käyttäjä voi myös tallentaa/lukea valitsemansa filen suoraan GUIsta.

Mielestäni tämä on toteutettu vaikealla haaste-tasolla. Projektissa on kaikki helpot/keskivaikeat vaatimukset, ja vaikeista helppo käyttöliittymä ja järkevä pisteytys (joka perustuu käyttäjän tekemien siirtojen määrään). Lisäksi tässä on myös haaste-moodi (sovittu assarin kanssa) ja animaatioita (sovittu assarin kanssa)

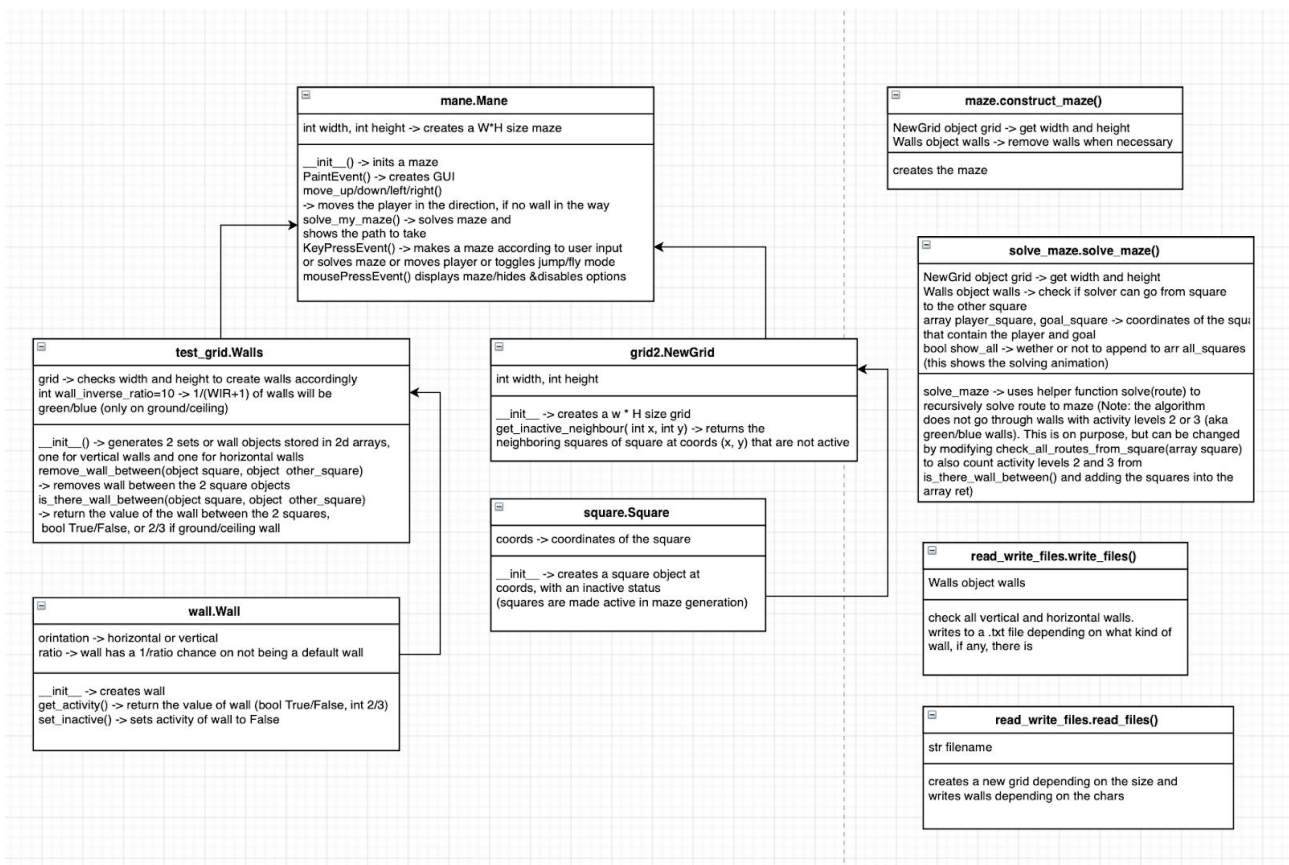
3. Käyttöohje

Käynnistäminen tapahtuu hyvin helposti. Käyttäjän tarvitsee vain pyörittää mane.py tiedosto, jonka jälkeen ponnahdusikkuna avautuu, jossa selitetään kaikki säännöt ja mitä pelaaja voi tehdä, ja miten animaation voi laittaa päälle, miten kokoa voi säätää yms. Kun käyttäjä on tyytyväinen asetuksiin, ei hänen tarvitse kuin painaa hiirellä nappia ja peli lähtee käyntiin. (HUOM: pelaaja ei voi liikkua animaatioiden aikana)

4. Ulkoiset kirjastot

PyQt5 sekä pythonin standardi random kirjasto

5. Ohjelman rakenne



Tein tämän vahingossa englanniksi. Laittakaa viestiä TG @AarniH jos haluatte tämän suomeksi

6. Algoritmit

mane.py:

PaintEvent() -> piirtäminen:

Funktio katsoo pitääkö piirtää asetus/aloitussivu vai labyrintin. Aloitussivulla piirtää tekstiä jossa voi vaihdella asetuksia yms.. Labyrintissä katsoo läpi kaikki muurit ja piirtää ne, pelaajan paikan, maalin paikan, mahdollisesti myös zombien ja avaimen paikan

KeyPressEvent() -> asetukset, liikuminen ja ratkaisun näyttäminen:

Jos pelaaja painaa jotain asetus-painiketta aloitusruudussa, algoritmi luo uuden labyrintin asetusten mukaan.

Liikkuminen (WASD) muuttaa pelaajan paikkaa, jos välissä ei ole muuria tai lukittua maalia.

Vastauksen näyttäminen tiputtaa pisteet nolnaan, ja värittää reitin pelaajan ruudusta maaliruutuun. Animaation päälle laittaminen näyttää kaikki reitit jotka algoritmi katsoi läpi löytääkseen vastauksen.

maze.py:

create_maze() -> labyrintin luominen:

Satunnainen Prim'in algoritmi ->

https://en.wikipedia.org/wiki/Maze_generation_algorithm#Randomized_Prim's_algorithm

Alkutilanteessa labyrintissä on vain epäaktiivisia ruutuja. Näistä valitaan yksi (koordinaateissa 0,0) ja tehdään se aktiiviseksi. Sitten katsotaan kaikki epäaktiiviset naapurit, jotka tallennetaan, ja joista valitaan 1 satunnaisesti.

Tästä satunnaisesta ruudusta tehdään aktiivinen, ja kaikki epäaktiiviset naapurit jotka eivät ole jo tallennettuna tallennetaan. Ruutu liitetään satunnaiseen aktiiviseen (joita tulee aina olemaan vähintään yksi. Näin varmistamme että labyrintti on aina ratkaistavissa) vierekkäiseen ruutuun, jolloin niiden välillä oleva muuri poistetaan.

Tämä jatkuu kunnes epäaktiivisia ruutuja ei ole.

-> Jos animaatio:

Funktio palauttaa aina joka välivaiheen jälkeen muurit yms, ja mene tiedosto piirtää sekä aktiiviset ja epäaktiiviset ruudut (epäaktiiviset harmaalla), sekä muurit jotka ovat aktiivisia tällä hetkellä.

Piirtämisen jälkeen mene tiedosto kutsuu create_maze() funktiota samoilla keskeneräisillä muureilla yms, jolloin create_maze() tekee yhden välivaiheen labyrintistä, jne... tämäkin jatkuu kunnes epäaktiivisia ruutuja ei ole.

Pelaaja ei voi liikkua kun animaatio on käynnissä.

Päädyin tähän koska mielestäni se oli helpoin implementoida, ja labyrintti näyttää hyvältä. Labyrintti on myös aina mahdollinen ratkaista (sillä on 1 ratkaisu joka ei mene muurien läpi + jokin satunnainen määrä ratkaisuja jotka syntyvät sinisten ja vihreiden muurien läpi menemisestä)

solve_maze.py:

get_all_routes_from_square(square) -> kaikki ruudut josta voi mennä ruudusta:

Palauttaa kaikki ruudut joilla ei ole muuria square:n välillä

(jos haluaa että ratkaisu näyttää myös ne muurit joiden yli pelaaja voi hypätä/ryömiä ali (vihreät ja siniset), täytyy tässä muuttaa kaikki ehdot

if not is_there_wall_between()

-> if is_there_wall_between() is not True.

Tämä kuitenkin luo useimmiten pidemmän ratkaisun. Lisäksi haaste-modea ei ole mielestäni yhtä hauska pelata)

solve_maze(square, goal_square) -> palauttaa reitin square:sta goal_square:een:

solve(reitti -> reitti joka on käyty läpi) -> rekursiivinen apufunktio:

Naapurit = ruudut joihin voi mennä reitin viimeisestä ruudusta, josta on poistettu reitillä olevat ruudut

Jos maali on naapureissa, vastaus on löydetty ja reitti + maali palautetaan

Jos reittejä ruudusta == 0:

Palauttaa False

Jos reittejä ruudusta == 1:

Palauttaa solve(reitin + ruudun)

Tätä ei tarvita, mutta mielestäni se on selkeämpi näin

Muuten:

Palauttaa solve(reitti + naapuri-ruutu), jossa naapuri-ruutu on naapuri-ruutu joka ei palauta False

Palauttaa:

solve([square])

Jos show_all (animaatio):

Funktio solve() tallentaa myös kaikki tarkistettut reitit, ja solve_maze() palauttaa ne. Nämä reitit piirretään Mane:ssa. Pelaaja ei voi liikkua animaation aikana.

-> zombi- tekoäly käyttää myös tätä samaa funktiota löytääkseen pelaajan ja siirtyäkseen tätä kohti

Päädyin tähän koska en saanut alunperin yrittämäni ratkaisualgoritmia, Tremaux:n algoritmia (<https://www.youtube.com/watch?v=6OzpKm4te-E>), toimimaan, ja assari ehdotti tätä algoritmia, joka ei tuhlaa turhan paljon muistia ja joka toimii rekursiivisesti. Tämä oli myös helppo ja selkeä implementoida. Tässä ongelma on kuinka pythonin rekursio syvyys on "vain" 1000, eli ohjelma ei löydä ratkaisuja joiden pituus >= 1000, josta ei kuitenkaan tarvitse välittää kun ruudukko on korkeintaan 150*150 ruutua.

7. Tietorakenteet

Kaikki tiedon tallentaminen tapahtuu käytännössä listoilla / muuttujissa. Labyrintti ja muurit tallennetaan 2d listoille, piirtäminen tapahtuu kun lukee 2d listoilta yms... aktiiviset pelu moodit tallennetaan muuttujiin.

Käytin listoja muurien tallentamiseen joska niitä jotuu poistamaan/muokkaamaan rakentamisvaiheessa, pelaajan paikkaa pitää vaihtaa, yms

8. Tiedostot

Selostakaa tässä osiossa myös millaisia tiedostoja ohjelmasi käsittelee, jos mitään. Esim. ovatko ne tekstitiedostoja vai binaaritiedostoja, ja miten tieto on niissä esitetty? Kuvatkaa lopullinen tiedostoformaatti sillä tasolla, että assistentti voi halutessaan helposti luoda ohjelmalle testidataa. Jos ohjelma tarvitsee toimiakseen käyttäjän luomia asetustiedostoja tms. laittakaa ne lähdekoodin mukaan liitteeksi. Tarkoitus on palauttaa koodi sellaisessa muodossa että assistentti voi helposti kokeilla sitä käyttämättä paljon aikaa ohjelman käyttökuntoon virittelyyn.

Tiedostot ovat tekstitiedostoja, .txt, muotoa:

{

korkeus leveys pisteet

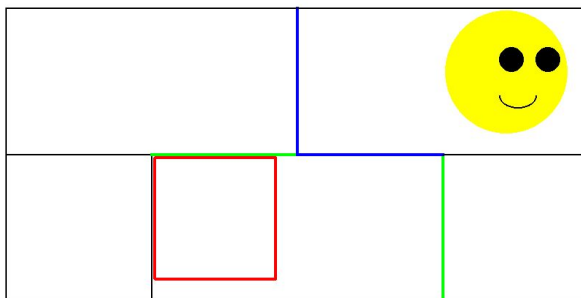
/ \ ./

-=_--

//0 ;/

Jossa “-” on vaakatoasossa oleva muuri, “=” on vaakatosossa oleva vihreä muuri, “_” vaakatasossa oleva sininen muuri, “/” pystysorassa oleva muuri, “\” pystysuorassa oleva sininen muuri, “;” pystysuorassa oleva vihreä muuri, “0” on maali ja “.” on pelaaja.

Jos tähän laitetaan korkeus leveys pisteet tilalle 2 5 5, saadaan tällöinen labyrntti



, varoituksella että labyrnttia ei voi ratkaista:

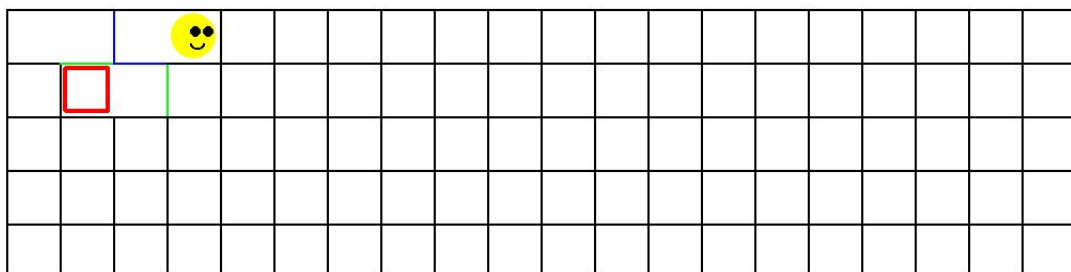
Press R at anytime to save your progress onto a file!
File < mymaze.txt > is not possible to be solved!

Kannattaa siis varmistaa että muurit ovat tiedostossa oikein!

Jos tiedostossa on väärin muotoiltu “korkeus leveys pisteet” tai labyrntin perässä on jotain turhaa, funktio saattaa olla lukematta tiedostoa.

-> jos korkeus ja leveys > oikea korkeus ja leveys, reunoilla tulee olemaan tyhjiä ruutuja:

korkeus leveys pisteet = 5 20 10000, sama tiedosto:



9. Testaus

Testaus tehtiin käsin, eli mitään testifunktioita tässä ei ole. Suunitelmassa oli yksikkötestauksista:

7. Yksikkötestaussuunnitelma

Testaa onnisuiko luominen: onko ruudokko oikean kokoinen?

Testaa onko vastaus: pääseekö pelaaja labyrintistä ulos?

Testaa toimiiko peli: tekeekö peli mitään odottamatonta; voiko käyttäjä "rikkoa" pelin?

->

1. Luonti onnistuu. Esin pyydetty 20 x 15 labyrintti tuottaa:

Welcome to my maze!



Move your character with the WASD keys



Toggle flight by pressing the spacebar



You can walk under green walls

You can fly under blue walls

Press 0 if you're stuck. It'll show you what path to take :-)

Alternatively, press 9 if you want to see how the path is found!

(Although some might call this cheating! This will also reset your points to 0)

Press 'C' to play in challenge mode!! (Includes zombies)

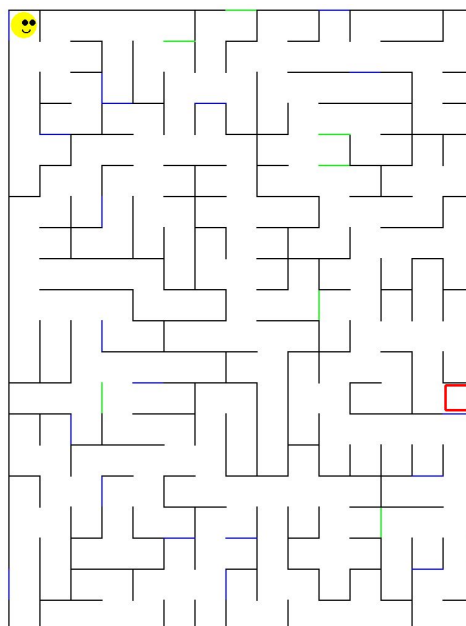
Maze size is currently 20 by 15.

Press the + and - buttons to change the size,
or press I for a custom input and U for a random input

Press the enter key to show the maze's animation
(this might take a while)

Left click to start the game

Press F to read a file of your choice
Make sure you have saved it in the right directory!



2. Pelaaja ei pääse labyrintistä ulos (suunnitelma muuttui siten että vartaus on jokin ruutu labyrintin sisällä), mutta pääsee aina maaliin kiitos Prim'in algoritmin.
3. Ehkä joissain rajatapauksissa. Esim haaste-moden poistaminen alkunäytöstä säilyttää sini/vihreät muurit

Testejä on kuitenkin tehty aika paljon ja peliä on annettu muille testattaviksi, ja se on toiminut.

Koodaillessa kuitenkin tapahtui kaikenlaista, ja bugeja korjaillessa syntyi lisää bugeja, joten jotain on melkein pakosta jäänyt huomioimatta

10. Ohjelman tunnetut puutteet ja viat

Filen lukeminen ja kirjoittaminen ei ole ihan täysin 100% toimiva, esim se ei lue alinta riviä, ja lukemisesta generoidut virheviestit eivät ole aina täysin oikein

Tiedoston lukemisen jälkeen asetusten muuttaminen nollaa luetun tiedoston

Muurit labyrintin reunoilla voivat myös olla vihreitä/ sinisiä, joka saattaa aiheuttaa hämminkiä

Kun haaste-moodista poistutaan aloitusnäytössä, sinivihreitä muureja on edelleen saman verran kuin haaste-moodissa (-> haaste-moodissa 1/3 muureista on sinivihreitä, normaalisti 1/11)

Pelaaja voi liikkua vaikka olisi aloitusnäytöllä eikä näe labyrinthia

Asetusten muuttaminen luo jokaisella muutoksella uuden ruudukon (sen sijaan että luo yhden ruudukon vasta sitten kuin asetuksista poistutaan), tämä on hieman turhaa ja hidasta.

Haastemoodi *saattaa* olla mahdoton, jos satunnaisesti syntyvät zombit tulevat huonoihin paikkoihin. Tämä on kuitenkin harvinaista, ja näin tapahtuu käytännössä vain silloin kuin käytössä on pieni ruudukko (esim 2x2 on aina mahdoton, kun taas 20x20 on käytännössä aina mahdollinen)

Suuret ruudukot ovat todella hitaita.

Haaste-moodissa zombit laskevat reittinsä uudestaan joka kerran, tämä on hidasta

Koodi, etenkin mane.py tiedosto, on rumaa

Peli kaatuu jos tiedoston lukemisen jälkeen haaste-mode laitetaan päälle

(Haaste-moodissa ei voi tallentaa fileä, tämä on tarkoituksella koska kyseessä on kuitenkin haaste eikä sitä kuuluisi muuttaa, mutta varmaan tehtävänannon vastainen)

11. 3 parasta ja 3 heikointa kohtaa

- + Animaatiot ovat mielestäni hauskoja!
- + Hyvin yksinkertainen käyttöliittymä, toimiva pelattavuus
- + Haastemoodi on yllättävän hauska pelata, vaikka onkin simppeli!
- Tosi hidas isoilla ruudukoilla, esim animaatiot 150x150 ruudukolla kestää ikuisuuksia ellei käytössä ole tehokasta tietokonetta, ja pelaajan ruutua on vaikea erottaa (ruudukko pitäisi tallentaa ja sen päälle piirtää, eikä piirtää ruudukko uudestaan joka kerran). Tämä johtuu siitä että grafiikat luodaan uudestaan joka framella, ne ei tallennu taakse.
- Koodi on rumaa ja hankalasti toteutettu (tämän puhdistamiseen meni paljon aikaa, melkein fiksumpaa tehdä alusta)
- Yksikkötestaukset ovat minimaalisia, kaikki tehtiin käytännössä käsin ja korjattiin kun jokin ei toiminut.

12. Poikkeamat suunnitelmasta

Suunnitelmani oli aika laaja koska en osannut arvioida mitä osaisin/jaksaisin tehdä, ja sanoin suurin piirtein että teen mitä pystyn ja niin teinkin. Sain myös enemmän asioita tehtyä kuin aluksi luulin.

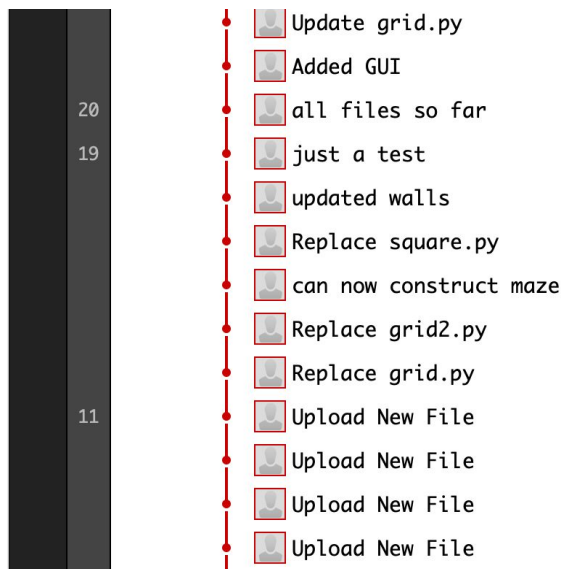
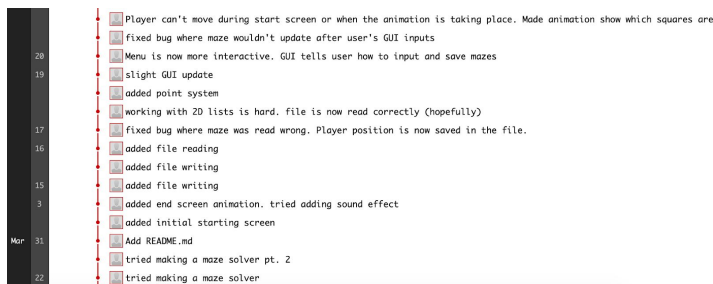
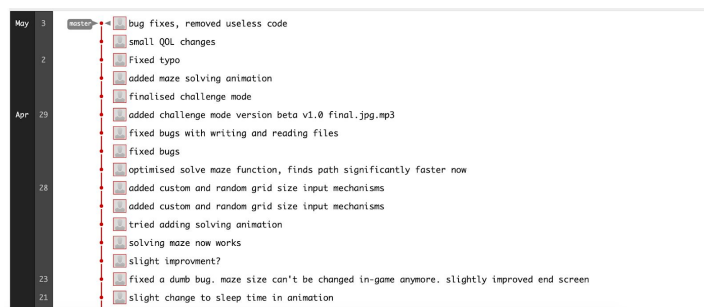
Ajankäytöstä ei valitettavasti ole mitään hajua.

Toteutus meni mielestäni aika hyvin!

13. Toteutunut työjärjestys ja aikataulu

Labyrintissa aloitettiin luomalla ruudukko ja siitä sitten tehtiin labyrinthi, johon lisättiin animaatiot, laitettiin pelaaja ja pelaattavuus. Sitten yritettiin rakentaa ratkaisualgoritmiä (joka ei heti

onnistunut), sitten GUI ja teidoston kirjoittaminen ja lukeminen, sitten annettiin käyttäjille enemmän mahdollisuuksia muokata asetuksia, ja lisättiin haaste-moodi



Tässä historiaa Git- päivityksitä joka kertoo hieman tarkemmin mitä tässä tapahtuu.

Suunnitelmassa kuitenkin pysyttiin koko ajan

14. Arvio lopputuloksesta

“Yhteenveto” ja itsearviointi joka voi toistaa yllämainittujakin asioita.

Arvioikaa ohjelman laatua, kertokaa sen hyvistä ja huonoista puolista. Onko työssä oleellisia puutteita ja mistä ne johtuvat (mahdollinen hyvä perustelu dokumentissa voi korvata pienet puutteet)? Miten ohjelmaa olisi voinut tai voisi tulevaisuudessa parantaa? Olisiko ratkaisumenetelmien, tietorakenteiden tai luokkajaon valinnan voinut tehdä paremmin? Soveltuuko ohjelman rakenne muutosten tai laajennusten tekemiseen? Miksi tai miksi ei?

Mielestäni labyrinthi on tosi hyvässä vaiheessa. Selkeä käytettävyys yms, ainoa huono puoli käytettävyydessä on että se on hidas suurilla ruudukoilla.

Piirtämisen voisi siis ajatella uudestaan, mutten tiedä onnistuuko tämä PyQt:lla joten olisi ehkä fiksumpaa tehdä tämä Unity:llä tai vastaavalla?

Ohjelma ehkä myös tallentaa turhan paljon asioita, joitain näistä voisi luopua ettei tämä syö älyttömiä määriä RAMia?

Koordinaateilla toiminta meni myös jossain vaiheessa pieleen, ja siksi joissain kohdissa näkee `array[::-1]`, tai `grid[x][y]` eikä `grid[y][x]`

Laajennettavuus on toki mahdollista! Lisää asioita voi laittaa ilman että koko fileä joutuisi

15. Viitteet

[Maze Solving Algorithms: Tremaux's Algorithm Visual Example - YouTube](#)

[Maze generation algorithm - Wikipedia](#)

[uml – Google-haku](#)

[PyQt5 drawing tutorial \(Painting APIs\) - Like Geeks](#)

[python - How to set QWidget background color? - Stack Overflow](#)

[python - PyQt: reset or remove the background color from QTreeWidgetItem - Stack Overflow](#)

[QColor — Qt for Python](#)

[PyQt5 colors - Python Tutorial](#)

[QPainter Class Reference](#)

[python - Draw line over image with PyQt - Stack Overflow](#)

[Online RGB Color Wheel](#)

[QBrush — Qt for Python](#)

[Python any\(\)](#)

[ValueError: empty range for randrange\(\) \(0,0, 0\) · Issue #2208 · timgrossmann/InstaPy · GitHub](#)

[expected value of 3 random variable - Google-haku](#)

[QDialog — Qt for Python](#)

[Qt for Python Tutorial SimpleDialog - Qt Wiki](#)

[Creating Dialogs and Alerts in PyQt5 \(Updated 2020\) — Learn PyQt5 GUI programming hands-on](#)

[PyQt - QDialog Class - Tutorialspoint](#)

[pyqt 2 input - Google-haku](#)

[PyQt - QInputDialog Widget - Tutorialspoint](#)

[Python and PyQt: Building a GUI Desktop Calculator – Real Python](#)

[python - PyQt Input Multiple Values in One Line - Stack Overflow](#)

[PyQt QLineEdit Example \(Text Input\) - Learn Python](#)

[pyqt input dialog - Python Tutorial](#)

[QDialog Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[Dialog Examples | Qt Widgets 5.14.2](#)

[QDialog Class](#)

[QDialog Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[c++ - Getting multiple inputs from QInputDialog in QtCreator - Stack Overflow](#)

[QInputDialog Class | Qt 4.8](#)

[QInputDialog Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[Understanding UnboundLocalError in Python - Eli Bendersky's website](#)

[Python 3 SyntaxWarning variable used prior to global declaration - Stack Overflow](#)

[\(2467\) My First Algorithm in Python! A Recursive Maze Solver : Python](#)

[append lists python - Google-haku](#)

[How to append to a 2D list in Python](#)

[How do I concatenate two lists in Python? - Stack Overflow](#)

[How to Modify an Item Within a List in Python - Data to Fish](#)

[How to Modify Lists in Python](#)

[How to 'update' or 'overwrite' a python list - Stack Overflow](#)

[Replace values in list using Python - Stack Overflow](#)

[qt - How to fill default text into QInputDialog - Stack Overflow](#)

[String endswith\(\) in Python - GeeksforGeeks](#)

[PyFormat: Using % and .format\(\) for great good!](#)

[String Formatting - Learn Python - Free Interactive Python Tutorial](#)

[Python Number exp\(\) Method - Tutorialspoint](#)

[PyQt5 drawing tutorial \(Painting APIs\) - Like Geeks](#)

[removing duplicate entries from multi-d array in python - Stack Overflow](#)

[Python: TypeError: unhashable type: 'list'](#)

[How to remove duplicates from a Python List](#)

[python - Removing duplicates in lists - Stack Overflow](#)

[Python | Remove elements of list that are repeated less than k times - GeeksforGeeks](#)

[How to remove all the occurrences of the same element in a Python list? - Stack Overflow](#)

[Python: How to remove all duplicate items from a list - Stack Overflow](#)

[Painting in PyQt5 - QPainter](#)

[PyQt5 drawing tutorial \(Painting APIs\) - Like Geeks](#)

[python - PyQt5 Fill the table - Stack Overflow](#)

[QGridLayout — Qt for Python](#)

[PyQt5 Tutorial - Grid Layout | Delft Stack](#)

[5.11. Exploring a Maze — Problem Solving with Algorithms and Data Structures](#)

<https://www.geeksforgeeks.org/python-program-for-rat-in-a-maze-backtracking-2/>

[Function to move 2d-array elements in python to their "opposite" side - Stack Overflow](#)

[numpy.flip — NumPy v1.15 Manual](#)

[arrays - Matrix Mirroring in python - Stack Overflow](#)

[Rotating a two-dimensional array in Python - Stack Overflow](#)

[Python | Ways to rotate a list - GeeksforGeeks](#)

[QInputDialog Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[Python File Open](#)

[With statement in Python](#)

[python - How to print a single backslash? - Stack Overflow](#)

[python - What does the "w" mean in open\(filename, "w"\)? - Stack Overflow](#)

[Python File Write](#)

[QUrl Class | Qt Core 5.14.2](#)

[QSoundEffect Class | Qt Multimedia 5.14.2](#)

[The Qt Resource System | Qt Core 5.14.2](#)

[QSound Class | Qt Multimedia 5.14.2](#)

[python - Why doesn't my wav music file play in Qsound? - Stack Overflow](#)

[QSound Class Reference](#)

[\(2464\) \[PyQt5\] Playing audio with QSound : learnpython](#)

[Bomb 4 Sounds | Effects | Sound Bites | Sound Clips from SoundBible.com](#)

[Explosion Sounds | Free Sound Effects | Explosion Sound Clips | Sound Bites](#)

[QSound Class | Qt Multimedia 5.14.2](#)

[QSound — Qt for Python](#)

[python - play sound file in PyQt - Stack Overflow](#)

[pyqt5.7-stable/ChangeLog at master · henriquebastos/pyqt5.7-stable · GitHub](#)

[python - PyQt5: Create semi-transparent window with non-transparent children - Stack Overflow](#)

[PyQt5.QtCore.Qt.transparent Python Example](#)

[Qt 4.3: QColor Class Reference](#)

[QColor Class | Qt GUI 5.14.2](#)

[python - Call Class Method From Another Class - Stack Overflow](#)

[Global and Local Variables in Python - GeeksforGeeks](#)

[Python Global, Local and Nonlocal variables \(With Examples\)](#)

[\(1\) How do you make a global variable update across different methods in Python? - Quora](#)

[python - Changing a variable inside a class - Stack Overflow](#)

[python 3.x - Why keyPress Event in PyQt does not work for key Enter? - Stack Overflow](#)

[QPushButton Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[c++ - How to draw a shape right at the position of the QPushButton clicked on? - Stack Overflow](#)

[PyQt - QPushButton Widget - Tutorialspoint](#)

[python - PyQt5: How to click a button to start the paint? - Stack Overflow](#)

[QPainter Class | Qt GUI 5.14.2](#)

[python - round edges corner on a QWidget in PyQt - Stack Overflow](#)

[c++ - Qt drawing a filled rounded rectangle with border - Stack Overflow](#)

[Qt drawing a filled rounded rectangle with border](#)

[QPen — Qt for Python](#)

[QFont Class | Qt GUI 5.14.2](#)

[QGuiApplication Class | Qt GUI 5.14.2](#)

[PyQt4.QtGui.QFont Python Example](#)

[PyQt5.QtGui.QFont Python Example](#)

[QFont — Qt for Python](#)

[PyQt5.QtGui.QFontMetrics Python Example](#)

[Wrong font size with QPainter::drawText | Qt Forum](#)

<https://stackoverflow.com/questions/17819698/how-to-change-fontsize-on-drawtext>

[python - Placing a text with coordinates with drawText\(\) - Stack Overflow](#)

[PyQt5 Lesson 2 Label - YouTube](#)

[python - Displaying text in a window with PyQt4 - Stack Overflow](#)

[how to dynamically add label to pyqt window](#)

[python - PyQt: How do I update a label? - Stack Overflow](#)

[python - PyQt after button click show text - Stack Overflow](#)

[PyQt5 textbox example - Python Tutorial](#)

[PyQt5 Tutorial - Label | Delft Stack](#)

[PyQt - QLabel Widget - Tutorialspoint](#)

[PyQt5.QtWidgets.QLabel Python Example](#)

[Building a Text Editor with PyQt: Part 1](#)

[QLabel — Qt for Python](#)

[QLabel Class | Qt Widgets 5.14.2](#)

[PyQt - Basic Widgets - Tutorialspoint](#)

[QMouseEvent Class Reference](#)

[python - How to implement MousePressEvent for a Qt-Designer Widget in PyQt - Stack Overflow](#)

[Two-dimensional lists \(arrays\) - Learn Python 3 - Snakify](#)

[python multidimensional list.. how to grab one dimension? - Stack Overflow](#)

[python - How can I get list of values from dict? - Stack Overflow](#)

[How to remove a key from a Python dictionary? - Stack Overflow](#)

[How to get a random value from dictionary in python - Stack Overflow](#)

[Dijkstra's Algorithm - Computerphile - YouTube](#)

[Dijkstra's algorithm - Wikipedia](#)

[prims algorithm. - Google-haku](#)

[Buckblog: Maze Generation: Prim's Algorithm](#)

[\(PDF\) Implementation of the Trémaux Maze Solving Algorithm to an Omnidirectional Mobile Robot](#)

[python remove none - Google-haku](#)

[python don't remove anything from list - Google-haku](#)

[Python | Remove None values from list - GeeksforGeeks](#)

[Maze Solving - Computerphile - YouTube](#)

[A* search algorithm - Wikipedia](#)

[How do I get the opposite \(negation\) of a Boolean in Python? - Stack Overflow](#)

[How to implement key press events ? | Qt Forum](#)

[How to implement key press events ? | Qt Forum](#)

[python - How to change space bar behaviour in PyQt5, Python3 - Stack Overflow](#)

[2. Built-in Functions — Python 2.7.17 documentation](#)

[9.6. random — Generate pseudo-random numbers — Python 2.7.17 documentation](#)

[Python, Chemistry and Other Stuff: A Threaded PyQt GUI and Particles](#)

[Qt Quick Particles Examples - System | Qt Quick 5.14.1](#)

[python - How to implement a particle engine - Stack Overflow](#)

[cadnano2/installer/win/Standard](#)

[PyQt/PyQt-Py2.7-x86-gpl-4.8.5-1/Lib/site-packages/PyQt4/imports/Qt/labs/particles at master · sdouglas/cadnano2 · GitHub](#)

[cadnano2/qmlparticlesplugin.dll at master · sdouglas/cadnano2 · GitHub](#)

[cadnano2/qmlparticlesplugin.dll at master · sdouglas/cadnano2 · GitHub](#)

[cadnano2/qmldir at master · sdouglas/cadnano2 · GitHub](#)

[\(2465\) PyQt GUI for Maya particles : Maya](#)

[Qt 4.7.0: Explosion.qml Example File](#)

[\(demos/declarative/minehunt/MinehuntCore/Explosion.qml\)](#)

[Explosion.qml Example File | Qt 4.8](#)

[QPropertyAnimation in PyQt](#)

[c++ - What property supported in QPropertyAnimation to be animated? - Stack Overflow](#)

[Some QtCharts examples converted to PyQt: <https://doc.qt.io/qt-5/qtcharts-examples.html> · GitHub](#)

[QPropertyAnimation Class | Qt Core 5.14.1](#)

[47 PyQt5 Animation With QPropertyAnimation - YouTube](#)

[Unable to paint on Qt Widget, shows error “paintEngine: Should no longer be called” | Qt Forum](#)

[Unable to paint on Qt Widget, shows error “paintEngine: Should no longer be called” | Qt Forum](#)

[c++ - Qt: QWidget::paintEngine: Should no longer be called - Stack Overflow](#)

[Example of how to use the QWidget KeyPress Event | PyQt5 Tutorial - Learn Data Analysis](#)

[python - How PyQt5 keyPressEvent works - Stack Overflow](#)

[PyQt5 Input Dialog | Python - GeeksforGeeks](#)

[QPainter Class | Qt GUI 5.14.1](#)

[QBrush Class | Qt GUI 5.14.1](#)

[PyQt5 drawing tutorial \(Painting APIs\) - Like Geeks](#)

[QPainter Class | Qt GUI 5.14.1](#)

[python 3.x - Change Background of QLCDNumber with PyQt5 to an image - Stack Overflow](#)

[GitHub - Tips on Finding Git / GitHub Repository URLs - Checkmarx Knowledge Center - Checkmarx Knowledge Center](#)

[Python Exception Handling - ImportError and ModuleNotFoundError](#)

[GitHub - Help | PyCharm](#)

[python - PYQT5 drawing line - Stack Overflow](#)

[c - Work around error 'Address of stack memory associated with local variable returned' - Stack Overflow](#)

[python - if/else in a list comprehension? - Stack Overflow](#)

[Python List remove\(\)](#)

[PyQt5 · PyPI](#)

[python - How to draw a proper grid on PyQt? - Stack Overflow](#)

[Boundary elements of a Matrix - GeeksforGeeks](#)

[Prims's Maze Generator - Algorithms | H.urna Academy](#)

[python - Determining neighbours of cell two dimensional list - Stack Overflow](#)

[Python - How can I find if an item exists in multidimensional array? - Stack Overflow](#)

[Maze Solving - Computerphile - YouTube](#)

[Maze Generation Algorithm - Recursive Backtracker - YouTube](#)

[maze generation algorithm - YouTube](#)

[Coding Challenge #10.1: Maze Generator with p5.js - Part 1 - YouTube](#)

[creating a maze - YouTube](#)

[cruiser1.gif 120×90 pikseliä](#)

[\(ei nimeä\)](#)

16. Liitteet

Lyhyt esittelyvideo tärkeimmistä osista ja miltä labyrintti näyttää <https://youtu.be/w5SQAxAmJek>