***Περίληψη***

|  |  |
| --- | --- |
| **ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ** | ΛΥΚΟΥΡΓΙΩΤΗΣ ΓΕΝΝΑΙΟΣ |
|  |  |
| **ΕΤΟΣ ΦΟΙΤΗΣΗΣ** | 1ο |

Langton’s Ant: Ανάλυση και Υλοποίηση

Η εργασία αυτή πραγματεύεται την προέλευση, τις ιδιότητες και τον αλγόριθμο εκτέλεσης της καθολικής μηχανής Turing 2 διαστάσεων με όνομα Langton’s Ant, η οποία εφευρέθηκε το 1986 από τον Αμερικανό επιστήμονα υπολογιστών Chris Langton [1]. Επίσης ασχολείται με την γραφική υλοποίησή αυτής της καθολικής μηχανής στην γλώσσα προγραμματισμού Python με χρήση Tkinter και Turtle. Τέλος, σχολιάζονται τα γραφικά συμπεράσματα και τα σχήματα τα οποία δημιουργούνται.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως καθολική μηχανή Turing ορίζουμε μία μηχανή επεξεργασίας πληροφορίας η οποία χειρίζεται σύμβολα σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων, και μπορεί να προσομοιώνει μία άλλη μηχανή ίδιας ή χαμηλότερης πολυπλοκότητας, ή ακόμα και φυσικά, βιολογικά κλπ. μοντέλα [2][3].

Η μηχανή Langton’s Ant επίσης περιγράφεται ως ένα κυτταρικό (ή κυψελικό) αυτόματο, δηλαδή έως ένα επιστημονικό μοντέλο συστημάτων, το οποίο, με βάση απλούς κανόνες, περιγράφει και παρατηρεί στο πέρας του χρόνου την κίνηση και την εξέλιξη μιας «κοινωνίας οντοτήτων», ανθρώπινων, βιολογικών, ψηφιακών κ.α.[4].

Συγκεκριμένα, η μηχανή Langton’s Ant αποτελείται από ένα επίπεδο με λευκά και μαύρα τετράγωνα και ένα «μυρμήγκι», ή αλλιώς ένα βοηθητικό τετράγωνο. Αυτό λειτουργεί ως οδηγός και μπορεί να κινείται κατά μήκος των τετραγώνων, εναλλάσσοντας το χρώμα τους σύμφωνα με την κατεύθυνσή του και το τωρινό χρώμα τους. Ο οδηγός αυτός μπορεί να ξεχωρίζει σχηματικά, όμως αυτό δεν είναι απαραίτητο.

# ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

***Οι κανόνες και οι κινήσεις του οδηγού:***

Η μηχανή Langton’s Ant διέπεται από απλούς κανόνες και λειτουργίες. Αρχικά, το επίπεδο διαμερίζεται σε λευκά τετράγωνα, και στο κέντρο του τοποθετείται το «μυρμήγκι», προσανατολισμένο προς μία από 4 κατευθυντήριες διευθύνσεις, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1:

![Εικόνα που περιέχει σότζι

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα]()

Εικόνα 1 [7]: Ο αρχικός προσανατολισμός του οδηγού-μυρμηγκιού

Εκκινώντας την μηχανή, το μυρμήγκι αρχίζει να κινείται από τετράγωνο σε τετράγωνο, ακολουθώντας τους δύο εξής κανόνες:

1. Αν βρίσκεται πάνω σε λευκό τετράγωνο, αλλάζει το χρώμα σε μαύρο, στρίβει 90 μοίρες δεξιά και προχωρά στο επόμενο τετράγωνο
2. Αν βρίσκεται πάνω σε μαύρο τετράγωνο, αλλάζει το χρώμα σε λευκό, στρίβει 90 μοίρες αριστερά και προχωρά στο επόμενο τετράγωνο

Με αυτόν τον τρόπο, τα τετράγωνα δημιουργούν σχήματα, τα οποία, ενώ αρχικά μοιάζουν συμμετρικά, στην συνέχεια αποκτούν αφηρημένα σχέδια. Συγκεκριμένα:

1. Στα αρχικά σχήματα παρατηρούνται συμμετρίες με απλά σχέδια, χωρίς να προκαλούν σύγχυση. Για παράδειγμα, στις πρώτες 4 κινήσεις, σχηματίζεται ένα τετράγωνο, που αποτελείται από 4 επιμέρους μικρότερα (Εικόνα 2).

![Εικόνα που περιέχει σότζι, κτίριο

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα]()

Εικόνα 2 [8]: Οι πρώτες 4 κινήσεις

1. Μετά από μερικά εκατοντάδες, και περίπου μέχρι τα 11.000 βήματα, τα επιμέρους σχήματα μοιάζουν να ενώνονται και να δημιουργούν ένα ενιαίο, ασύμμετρο σχέδιο χωρίς κάποια φυσική ύπαρξη ή υπόσταση, σχηματίζοντας τελικά το παρακάτω σχήμα, λίγο πριν τις 11.000 κινήσεις:



Εικόνα 3 [9]: Το σχήμα μετά από περίπου 11.000 κινήσεις

1. Το σχήμα τώρα μοιάζει να επαναλαμβάνεται. Το μυρμήγκι διαγράφει επ’ άπειρον ένα συγκεκριμένο μοτίβο, ανεξάρτητα από τον αρχικό προσανατολισμό του.

***Υλοποίηση σε γλώσσα προγραμματισμού Python:***

Η υλοποίηση της μηχανής Langton’s Ant πραγματοποιήθηκε σε γλώσσα Python, με την βοήθεια των βιβλιοθηκών γραφικών Tkinter και Turtle. Η Tkinter χρησιμοποιήθηκε στο πρώτο κομμάτι του προγράμματος, και συγκεκριμένα για την επιλογή μεγέθους των τετραγώνων, ενώ η Turtle χρησιμοποιήθηκε στο δεύτερο μισό, για την εκτέλεση της ίδιας την μηχανής.

Ο χρήστης εκτελεί το πρόγραμμα και αρχικά επιλέγει το μέγεθος των τετραγώνων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4. Με την βοήθεια ενός αρχείου size.txt, υπάρχει προεπιλεγμένο μέγεθος, ενώ κάθε φορά που ο χρήστης εισάγει νέο, αυτό αποθηκεύεται στο αρχείο για γρήγορη μελλοντική χρήση (Εικόνα 4-5).

![Εικόνα που περιέχει στιγμιότυπο οθόνης

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα]()

Εικόνα 4: Το αρχικό παράθυρο με το αποθηκευμένο μέγεθος

![Εικόνα που περιέχει στιγμιότυπο οθόνης

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα]()

Εικόνα 5: Το ίδιο παράθυρο, όπου έχει πληκτρολογηθεί νέο μέγεθος

Με την έναρξη της μηχανής, το παράθυρο επιλογής μεγέθους κλείνει, και δημιουργείται το νέο παράθυρο, όπου αυτόματα ο οδηγός ξεκινά και σταδιακά δημιουργούνται τα άσπρα και μαύρα τετράγωνα. Η συγκεκριμένη υλοποίηση δεν διαθέτει έτοιμη διαφάνεια με τετράγωνα, χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα (Εικόνα 6-7-8).

Εικόνα που περιέχει στιγμιότυπο οθόνης

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα

Εικόνα 6: Το παράθυρο της μηχανής, μερικά δευτερόλεπτα μετά την έναρξη

Εικόνα που περιέχει κείμενο

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα

Εικόνα 7: Εκτέλεση με διπλάσιο μέγεθος τετραγώνων

Ο κώδικας του προγράμματος χωρίζεται σε δύο μεγάλες συναρτήσεις main και ant. Η συνάρτηση main αποτελείται από τις υποσυναρτήσεις Get και Start. Αρχικά δημιουργεί το παράθυρο επιλογής μεγέθους. Με την υποσυνάρτηση Get, η main διαχειρίζεται το αρχείο στο οποίο αποθηκεύεται το μέγεθος και με την Start καλείται η ant, έτσι ώστε να εκκινήσει η μηχανή.

Η συνάρτηση ant είναι υπεύθυνη για την δημιουργία του δεύτερου παραθύρου. Δημιουργεί τον οδηγό ant και τον τοποθετεί στο κέντρο του παραθύρου, ορίζοντας παράλληλα την ταχύτητά του και τον προσανατολισμό του. Λαμβάνοντας την τιμή του μεγέθους από το αρχείο size.txt, ξεκινά τον βρόχο επανάληψης while True, μέσα στον οποίο υλοποιείται η αλλαγή κατεύθυνσης του οδηγού και η αλλαγή χρώματος των τετραγώνων (μαύρο-άσπρο), σύμφωνα με τους κανόνες λειτουργίας της μηχανής.

# ΣΥΝΟΨΗ

Συνοψίζοντας, η μηχανή Langton’s Ant αποτελεί ένα από τα πολλά κυτταρικά αυτόματα, όπως είναι το Game of Life του Τζον Κόνγουει. Περιγράφεται από απλούς κανόνες, όμως τελικά καταφέρνει να εντυπωσιάσει στα γραφικά αποτελέσματα, με τα παράξενα σχήματα και την επανάληψη που δημιουργείται λίγο πριν τα 11.000 βήματα. Η γραφική της υλοποίηση μπορεί να διαφέρει στο σχήμα του οδηγού και την διαφάνεια τετραγώνων από την μια γλώσσα προγραμματισμού σε άλλη, λόγω περιορισμών, το τελικό αποτέλεσμα όμως είναι πάντα εξίσου ενδιαφέρον και ιδιαίτερο.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[1],[7]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Langton%27s_ant>

[2]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Turing_machine>

[3]. Αν.Καθ. Κυριάκος Σγάρµπας. *Μηχανισµοί Επεξεργασίας Πληροφορίας.* Ελλάδα, 2019.

[4]. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CF%84%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF>

[5]. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE_%CE%A4%CE%BF%CF%8D%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B3%CE%BA>

[6]. <https://www.geeksforgeeks.org/python-langtons-ant/>

[8],[9].<http://datagenetics.com/blog/september22015/index.html>