

# Εισαγωγή στην Επιστήμη του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού (Κ. Σγάρμπας)

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:** Στεφανιώρος Μιχαήλ

**ΑΜ:** 1072774

**ΕΤΟΣ ΦΟΙΤΗΣΗΣ:** 1ο

## Langton's ant

Το μυρμήγκι του Langton είναι ένα δισδιάστατο καθολικό μηχάνημα Turing που βασίζεται σε ένα πολύ απλό σύνολο κανόνων αλλά μπορεί να εμφανίσει περίπλοκη αναδυόμενη συμπεριφορά. Εφευρέθηκε από τον Chris Langton το 1986 και «τρέχει» σε ένα τετράγωνο πλέγμα ασπρόμαυρων κυττάρων. Η καθολικότητα του μυρμηγκιού αποδείχθηκε το 2000 από τον Gajardo et al. ο οποίος έδειξε μια κατασκευή που υπολογίζει οποιοδήποτε Boolean κύκλωμα, χρησιμοποιώντας την τροχιά ενός μόνο μυρμηγκιού του Langton. Επιπλέον, είναι δυνατή η προσομοίωση ενός τυχαίου Turing Machine με την βοήθεια της κίνησης του μυρμηγκιού. Ο αλγόριθμός του έχει γενικευτεί με διάφορους τρόπους, όπως οι τουρμίτες που προσθέτουν περισσότερα χρώματα και καταστάσεις. Για κάθε ένα από τα διαδοχικά χρώματα, χρησιμοποιείται ένα απλό σχήμα ονομασίας. Πιο συγκεκριμένα, γράφουμε ένα "R" ή "L" για να υποδείξουμε αν το μυρμήγκι πρέπει να στρίψει δεξιά ή αριστερά, αντίστοιχα, κατά 90°. Το μυρμήγκι του Langton έχει το όνομα "RL" σε αυτό το σχήμα ονομάτων. Τέλος, υπάρχει και το εξαγωνικό πλέγμα, το οποίο επιτρέπει έξι ακόμα κινήσεις :

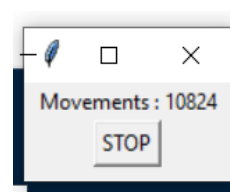
1. **N** : Καμία αλλαγή
2. **R1** : 60° δεξιόστροφα
3. **R2** : 120° δεξιόστροφα
4. **U** : στροφή 180°
5. **L1** : 60° αριστερόστροφα
6. **L2** : 120° αριστερόστροφα

## Το πρόγραμμα

Μόλις τρέξει ο κώδικας, στην αρχή εμφανίζεται ένα παράθυρο tkinter το οποίο προσφέρει στον χρήστη εννιά διαφορετικές επιλογές, όπου κάθε μια αποτελεί μια παραλλαγή της βασικής έκδοσης του μυρμηγκιού του Langton με περισσότερες κινήσεις και χρώματα. Σε όλες τις εκδόσεις τα χρώματα είναι προεπιλεγμένα

Choose version
Version 1
Version 2A
Version 2B
Version 3
Version 4
Version 5
Version 6
Version 7
Version 8
Version 9

Επίσης, εμφανίζεται, πάνω δεξιά, ακόμα ένα μικρότερο παράθυρο, το οποίο αρχικά είναι κενό και μόλις ο χρήστης επιλέξει κάποια έκδοση, αυτό αρχίζει να μετρά τα βήματα του μυρμηγκιού. Επιπρόσθετα, το παράθυρο έχει ένα κουμπί με το οποίο σταματάει την κίνησή του και έτσι ο χρήστης μπορεί να τερματίσει το πρόγραμμα χωρίς πρόβλημα. Αν για κάποιο λόγο το πρόγραμμα τερματιστεί ενώ το μυρμήγκι συνεχίζει να κινείται, τότε ο compiler θα εμφανίσει errors.



Παρακάτω αναλύονται με λεπτομέρεια οι εκδόσεις που προσφέρονται από το πρόγραμμα μαζί με εικόνες. Σε μερικές φωτογραφίες δεν φαίνεται ολόκληρο το σχέδιο. Για τον λόγο αυτό υπάρχει η δυνατότητα μεγέθυνσης του παραθύρου και scroll.

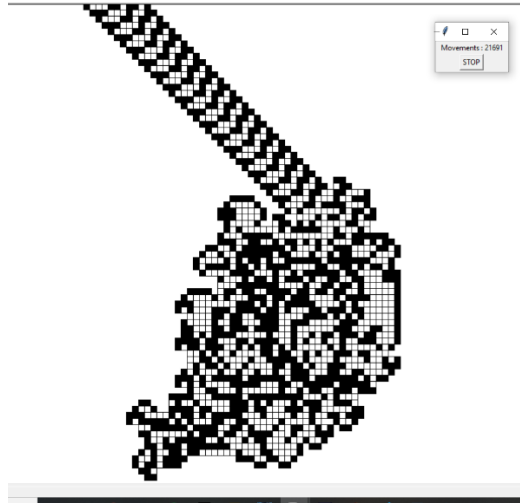
## Έκδοση 1 (RL)

Είναι η βασική έκδοση του μυρμηγκιού του Langton. Τα τετράγωνα χρωματίζονται είτε άσπρα είτε μαύρα. Το μυρμήγκι μπορεί να κινηθεί σε οποιαδήποτε από τις τέσσερις κατευθύνσεις και λειτουργεί σύμφωνα με τους εξής κανόνες :

1. Σε ένα λευκό τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε άσπρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Αυτές οι απλές κινήσεις οδηγούν σε μια περίπλοκη συμπεριφορά, η οποία εμφανίζεται σε τρία στάδια :

1. **Απλότητα.** Κατά τις πρώτες εκατοντάδες κινήσεις δημιουργούνται πολύ απλά μοτίβα που είναι συχνά συμμετρικά.
2. **Χάος.** Μετά από μερικές, ακόμα, εκατοντάδες κινήσεις, εμφανίζεται ένα μεγάλο, ακανόνιστο μοτίβο ασπρόμαυρων τετραγώνων. Το μυρμήγκι εντοπίζει μια τυχαία διαδρομή μέχρι περίπου τα 10.000 βήματα.
3. **Αναδυόμενη σειρά.** Τελικά, το μυρμήγκι αρχίζει να χτίζει ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο "αυτοκινητόδρομου" 104 βημάτων που επαναλαμβάνεται επ'αόριστον.

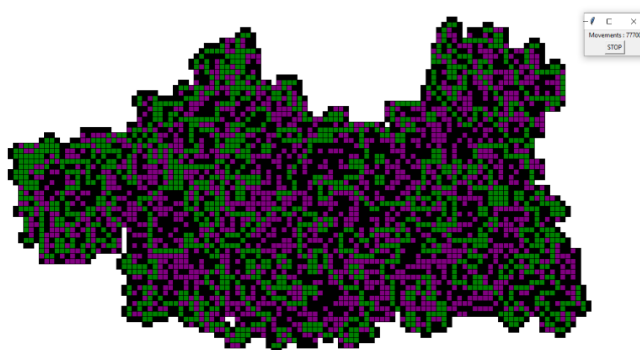


## Έκδοση 2A (RLR)

Σε αυτή την έκδοση υπάρχουν τρία χρώματα και άρα τρεις κινήσεις :

1. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Με αυτούς τους κανόνες, το μοτίβο αυξάνεται χαοτικά. Δεν είναι γνωστό αν το μυρμήγκι παράγει ποτέ "αυτοκινητόδρομο".



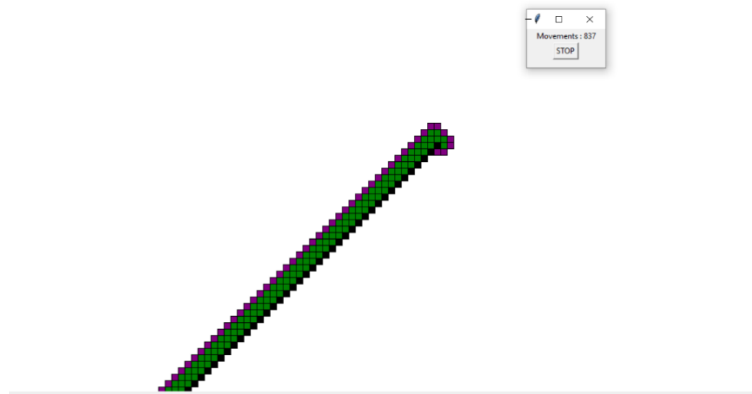
## Έκδοση 2B (RRL)

Η συγκεκριμένη έκδοση είναι παρόμοια με την προηγούμενη (2A) με μια μικρή αλλαγή στους κανόνες της, η οποία επηρεάζει σημαντικά τον τρόπο εξέλιξης του μοτίβου.

1. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα

Με αυτή την μικρή διαφορά στις κινήσεις του μυρμηγκιού, εμφανίζεται το εξής αποτέλεσμα :

Ενώ στην πρώτη μας είναι άγνωστο το αν δημιουργηθεί ποτέ “αυτοκινητόδρομος”, στην δεύτερη το μυρμήγκι κατευθείαν ξεκινά να σχηματίζει έναν πολύ απλό “αυτοκινητόδρομο”.

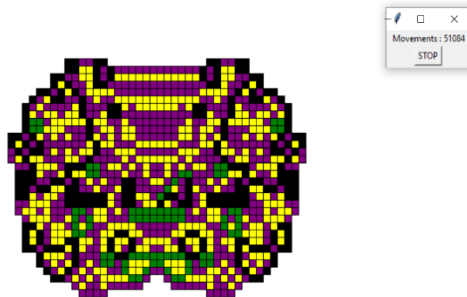


## Έκδοση 3 (LLRR)

Στην συγκεκριμένη έκδοση υπάρχουν τέσσερα χρώματα και άρα τέσσερις κινήσεις :

1. Σε ένα κίτρινο τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
4. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε  $90^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κίτρινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, το μοτίβο αυξάνεται συμμετρικά.

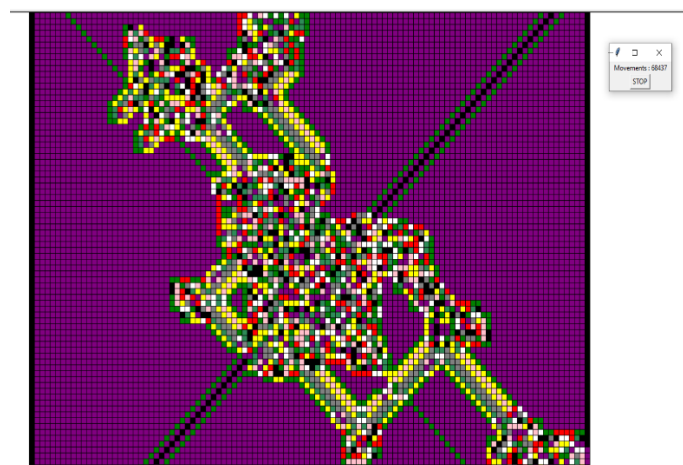


## Έκδοση 4 (LRRRRLLR)

Αυτή η έκδοση περιλαμβάνει αρκετά περισσότερα χρώματα και κινήσεις, σε σχέση με τις προηγούμενες. Λόγω αυτού, έχουν χρησιμοποιηθεί και αποχρώσεις των βασικών χρωμάτων, οπότε θα αναφερθούν με τις αγγλικές ονομασίες τους, δηλαδή όπως αναγράφονται στον κώδικα. Οι κανόνες που ακολουθεί το μυρμήγκι σε αυτή την παραλλαγή είναι οι εξής :

1. Σε ένα seagreen τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
4. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κίτρινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα κίτρινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε άσπρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα άσπρο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κόκκινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
7. Σε ένα κόκκινο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε γκρι, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
8. Σε ένα γκρι τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε ροζ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
9. Σε ένα ροζ τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε seagreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Εδώ, το μυρμήγκι γεμίζει χώρο σε ένα τετράγωνο γύρω του.



## Έκδοση 5 (LLRRRLRLLLR)

Όπως η προηγούμενη, έτσι και αυτή η έκδοση περιλαμβάνει πολλά χρώματα και κινήσεις. Οι κανόνες με τους οποίους λειτουργεί το μυρμήγκι του Langton εδώ είναι :

1. Σε ένα darkmagenta τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
4. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κίτρινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα κίτρινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε άσπρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα άσπρο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κόκκινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
7. Σε ένα κόκκινο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε γκρι, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
8. Σε ένα γκρι τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε ροζ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
9. Σε ένα ροζ τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε seagreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
10. Σε ένα seagreen τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πορτοκαλί, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
11. Σε ένα πορτοκαλί τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε dimgrey, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
12. Σε ένα dimgrey τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε darkmagenta, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Σε αυτή την περίπτωση, το μυρμήγκι δημιουργεί έναν περίπλοκο “αυτοκινητόδρομο”.



## Έκδοση 6 (RRLLLRLLLR)

Η συγκεκριμένη έκδοση περιλαμβάνει εξίσου πολλές κινήσεις με τις προηγούμενες. Αυτές είναι :

1. Σε ένα darkmagenta τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μαύρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα μαύρο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μωβ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα μωβ τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
4. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κίτρινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα κίτρινο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε άσπρο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα άσπρο τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε κόκκινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
7. Σε ένα κόκκινο τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε γκρι, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
8. Σε ένα γκρι τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε ροζ, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
9. Σε ένα ροζ τετράγωνο, στρίψε 90° αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε seagreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
10. Σε ένα seagreen τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε πορτοκαλί, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
11. Σε ένα πορτοκαλί τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε dimgrey, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
12. Σε ένα dimgrey τετράγωνο, στρίψε 90° δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε darkmagenta, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Ακολουθώντας αυτούς τους κανόνες, το μυρμήγκι, μετά από μερικές χιλιάδες κινήσεις, δημιουργεί ένα γεμάτο σχήμα τριγώνου που μεγαλώνει και κινείται.



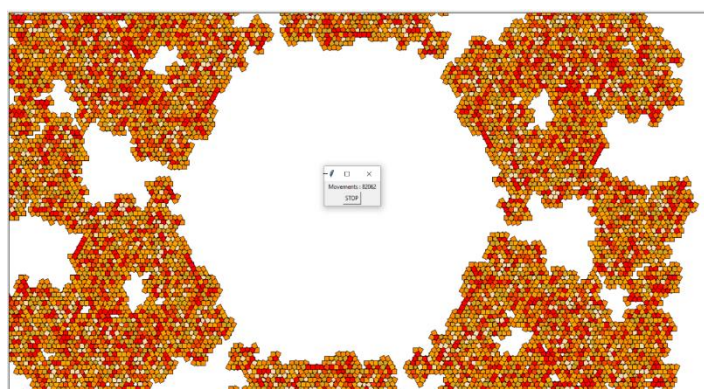
Οι επόμενες τρεις εκδόσεις, δηλαδή 7-9, εισάγουν τις κινήσεις του εξαγωνικού πλέγματος, που αναφέρθηκαν στην αρχή (N, R1, R2, U, L1, L2).

## Έκδοση 7 (L2NNL1L2L1)

Σε αυτή την έκδοση, το μυρμήγκι του Langton ακολουθεί τους εξής κανόνες εξαγωνικού πλέγματος :

1. Σε ένα navajowhite τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε darkorange, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα darkorange τετράγωνο, άλλαξε το χρώμα σε πορτοκαλί, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα πορτοκαλί τετράγωνο, άλλαξε το χρώμα σε κόκκινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
4. Σε ένα κόκκινο τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε goldenrod, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα goldenrod τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε orangered, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα orangered τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε navajowhite, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Σε αυτή την ιδιάζουσα περίπτωση, το μοτίβο αναπτύσσεται κυκλικά και μετά από περίπου 80 χιλιάδες κινήσεις, ολοκληρώνεται και δίνει την αίσθηση ενός «πύρινου στεφανιού». Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται αποχρώσεις του κόκκινου, του κίτρινου και του πορτοκαλί.



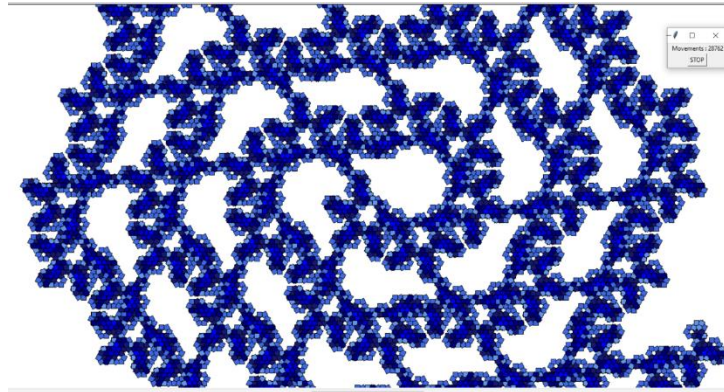
## Έκδοση 8 (L1L2NUL2L1R2)

Εδώ, το μοτίβο εξελίσσεται σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες :

1. Σε ένα μπλε τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε royalblue, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα royalblue τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε cornflowerblue, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα cornflowerblue τετράγωνο, άλλαξε το χρώμα σε midnightblue, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
4. Σε ένα midnightblue τετράγωνο, στρίψε  $180^\circ$  , άλλαξε το χρώμα σε navy, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα navy τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε darkblue, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα darkblue τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε mediumblue, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
7. Σε ένα midnightblue τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε μπλε, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.



Σε αυτή την εξίσου περίεργη έκδοση του μυρμηγκιού του Langton, παρατηρείται μια σπειροειδής ανάπτυξη. Το σχέδιο μοιάζει με «θαλάσσιο στρόβιλο». Επομένως, είναι λογική η επιλογή των αποχρώσεων του μπλε.

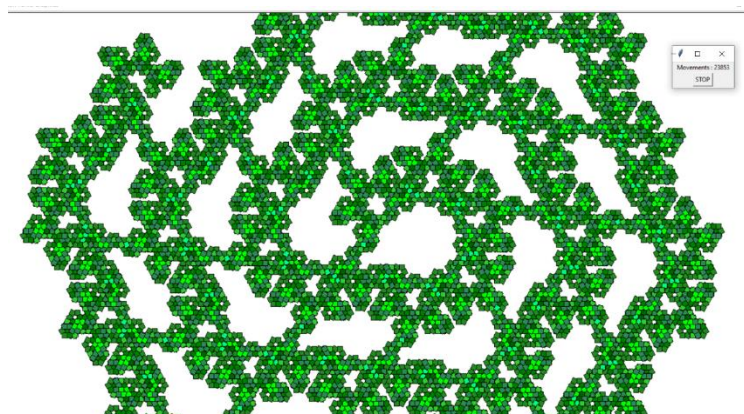


## Έκδοση 9 (R1R2NUR2R1L2)

Στην ένατη και τελευταία έκδοση, το μυρμήγκι εκτελεί τις αντίθετες κινήσεις από την προηγούμενη. Πιο συγκεκριμένα :

1. Σε ένα darkgreen τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε forestgreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
2. Σε ένα forestgreen τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε limegreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
3. Σε ένα limegreen τετράγωνο, άλλαξε το χρώμα σε πράσινο, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα
4. Σε ένα πράσινο τετράγωνο, στρίψε  $180^\circ$ , άλλαξε το χρώμα σε seagreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
5. Σε ένα seagreen τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε springgreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
6. Σε ένα springgreen τετράγωνο, στρίψε  $60^\circ$  δεξιόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε lime, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.
7. Σε ένα lime τετράγωνο, στρίψε  $120^\circ$  αριστερόστροφα, άλλαξε το χρώμα σε darkgreen, προχώρα προς τα εμπρός μια μονάδα.

Όπως στην προηγούμενη έκδοση, έτσι κι εδώ, το μοτίβο παρουσιάζει μια σπειροειδή ανάπτυξη. Επίσης, ο τρόπος με τον οποίο εξελίσσεται το σχέδιο, θυμίζει την «εξάπλωση ενός φυτού». Οπότε, έχουν χρησιμοποιηθεί αποχρώσεις του πράσινου.



Το μυρμήγκι του Langton, εκτός από έναν αλγόριθμο εξαιρετικής σημασίας, μπορεί να θεωρηθεί και ως ένα ενδιαφέρον και διασκεδαστικό παιχνίδι, με το οποίο μπορεί ο καθένας να πειραματιστεί και να δημιουργήσει απίστευτα μοτίβα με πολλά χρώματα και κινήσεις. Τα μόνα όρια του καθενός είναι η φαντασία του.

## Πηγές

- 1) [https://en.wikipedia.org/wiki/Langton%27s\\_ant](https://en.wikipedia.org/wiki/Langton%27s_ant)
- 2) <http://www.langtonant.com/>
- 3) <https://mathworld.wolfram.com/LangtonsAnt.html>
- 4) [https://www.google.com/search?q=python+color+list&sxsrf=ALeKk02foSjK3iT yYMUhYTRjTi-A6GY60Q:1597773601341&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=Ku9WrfPizUID6M%252C7O1h4gmVnlAbyM%252C\\_&vet=1&usg=AI4\\_-kTmGWVrjbUBCvNtM3XOQntj6\\_fQRQ&sa=X&ved=2ahUKEwja0sG\\_qqXrAhUQYaQKHZRwApoQ9QEwAXoECAwQHA&biw=706&bih=714&dpr=1.25#imgrc=Ku9WrfPizUID6M](https://www.google.com/search?q=python+color+list&sxsrf=ALeKk02foSjK3iT yYMUhYTRjTi-A6GY60Q:1597773601341&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=Ku9WrfPizUID6M%252C7O1h4gmVnlAbyM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kTmGWVrjbUBCvNtM3XOQntj6_fQRQ&sa=X&ved=2ahUKEwja0sG_qqXrAhUQYaQKHZRwApoQ9QEwAXoECAwQHA&biw=706&bih=714&dpr=1.25#imgrc=Ku9WrfPizUID6M)
- 5) <https://www.youtube.com/watch?v=1X-gtr4pEBU>
- 6) <https://www.youtube.com/watch?v=8HCYBnRZmXg>
- 7) [https://www.youtube.com/watch?v=gZS7WtRE4\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=gZS7WtRE4_Y)
- 8) <https://www.youtube.com/watch?v=NWBToaXK5T0>
- 9) <https://www.youtube.com/watch?v=oTssNuDEkSc>