

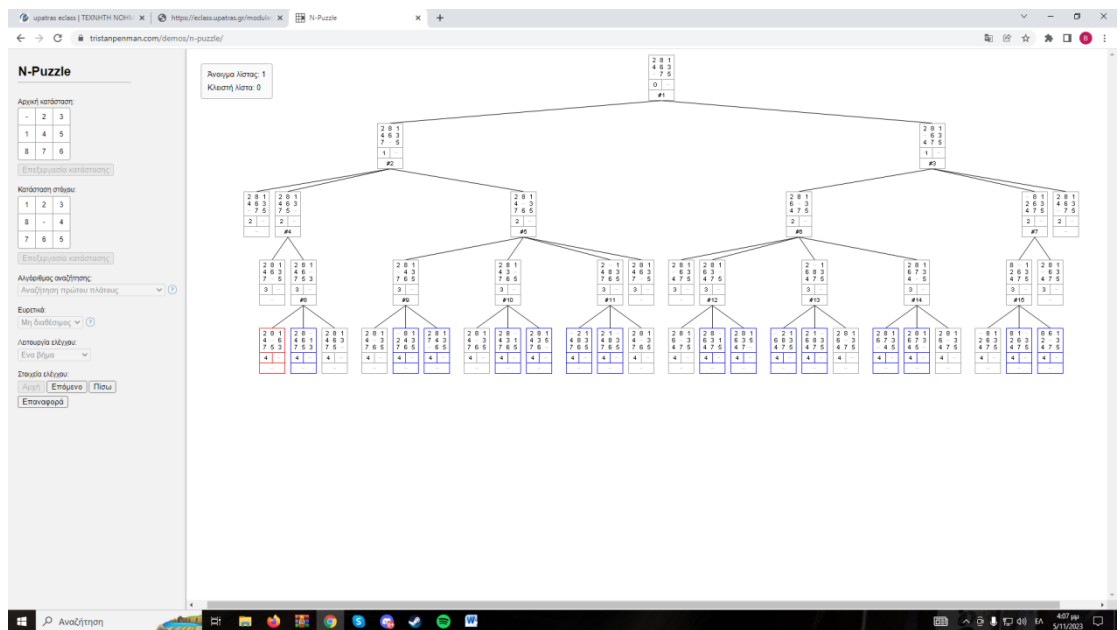
ΤΕΧΝΙΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

ΑΣΚΗΣΗ 1 ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΜΠΕΝΕΤΟΣ ΑΜ:1072628

Μέρος Α: Παζλ 8 πλακιδίων

- ❖ Θα δείξω κάποια στιγμιότυπα μέσω screenshots για τους αλγόριθμους τα οποία θα δείχνουν απλά κάποια βήματα για το πώς τρέχει ο κάθε αλγόριθμος διότι μέχρι να βρεί την λύση γίνονται αρκετά βήματα και δεν γίνεται να χωρέσει σαν μοναδική εικόνα για να τον δείξω ολόκληρο.

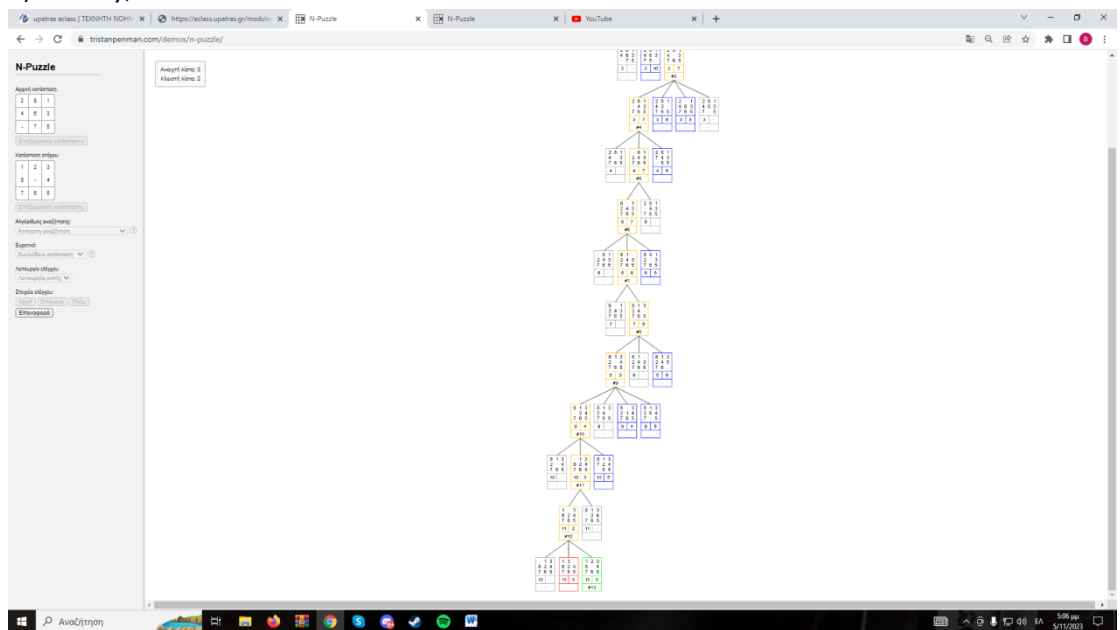
1) B-F-S



Ουσιαστικά έχω τρέξει τον αλγόριθμο με επιλογή από την αρχή και τον έφτασα μέχρι ένα συγκεκριμένο βήμα.

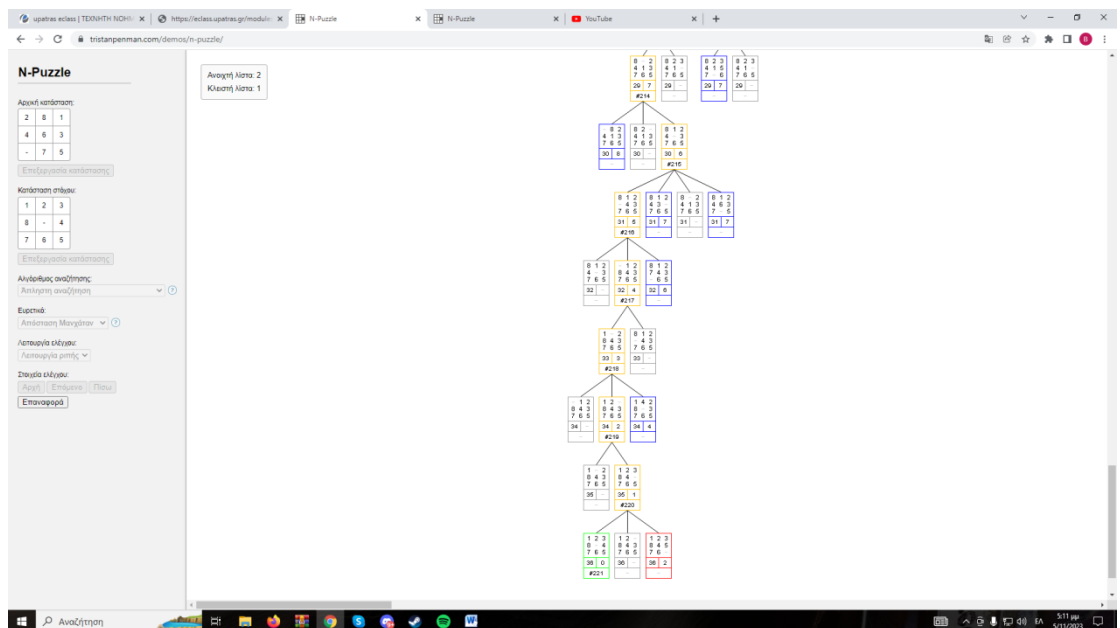
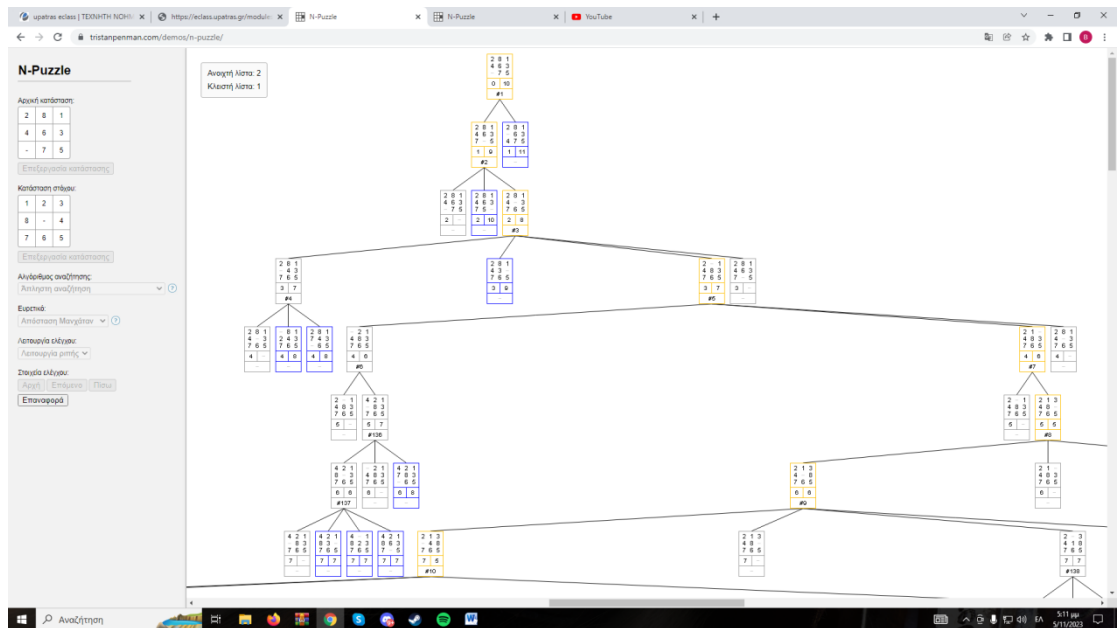
Στιγμιότυπο για την λύση δεν έχω διότι δεν σταματάει να τρέχει, διότι με την αρχική κατάσταση που του δίνουμε δεν επιστρέφεται κάποια λύση.
Θα δείξω με ένα στιγμιότυπο όμως ότι με αρχική κατάσταση αυτή που δίνει το πρόγραμμα που τρέχουμε τον αλγόριθμο ότι βρίσκει λύση.

4) Greedy, Euclidean

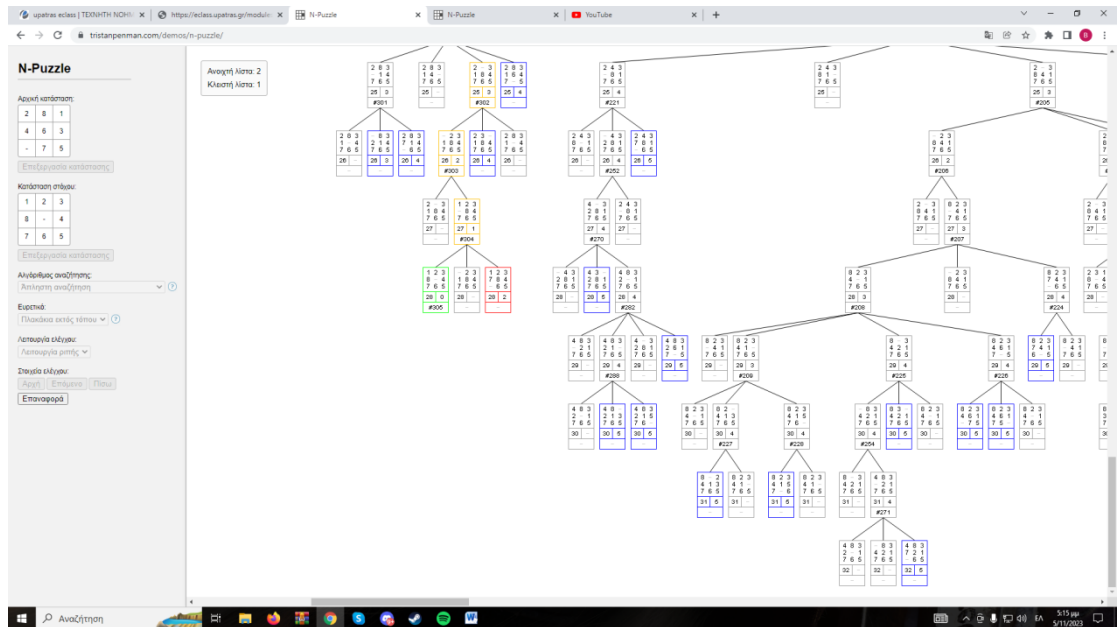
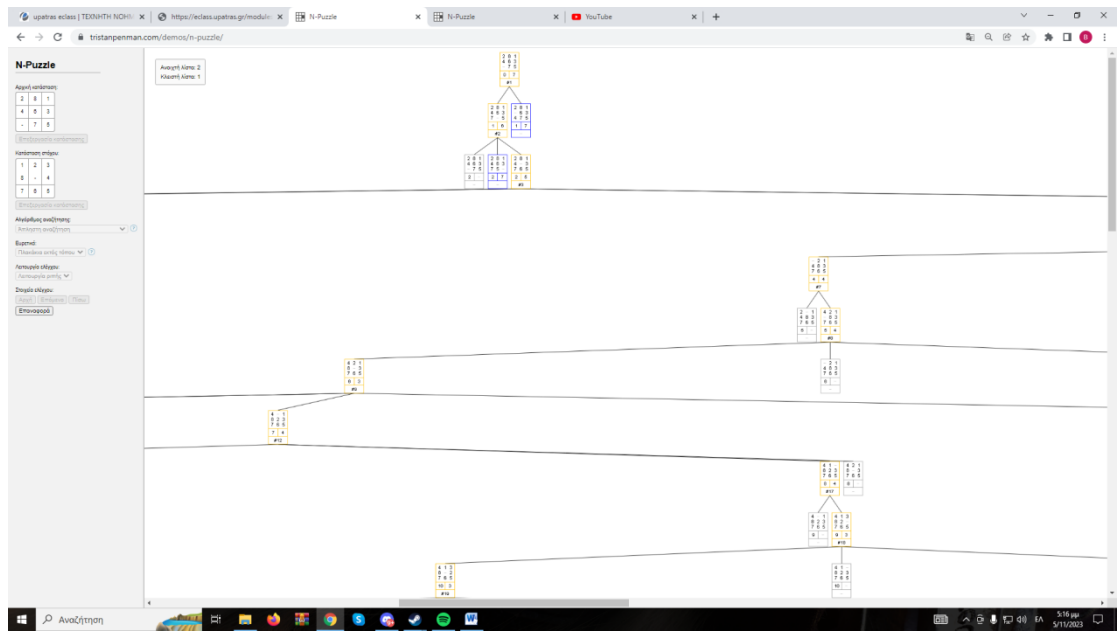


Εδώ έχω ένα στιγμιότυπο καθώς η λύση βρίσκεται σε λιγότερα βήματα και ακριβώς λίγο πιο πάνω είναι η αρχική μας κατάσταση.

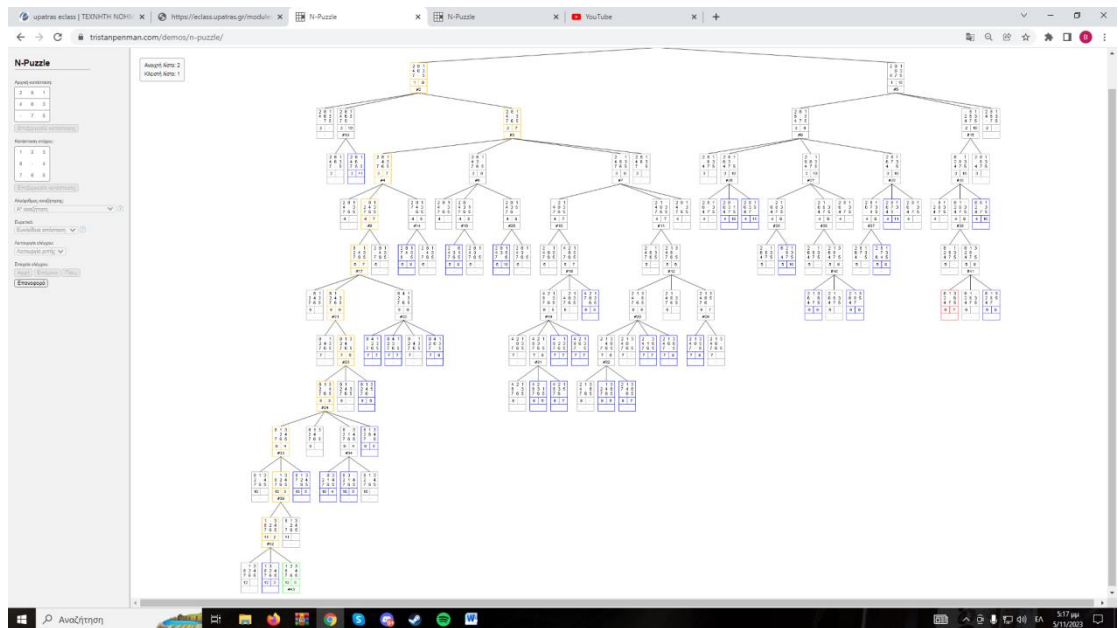
5) Greedy, Manhattan



6) Greedy, out-of-place

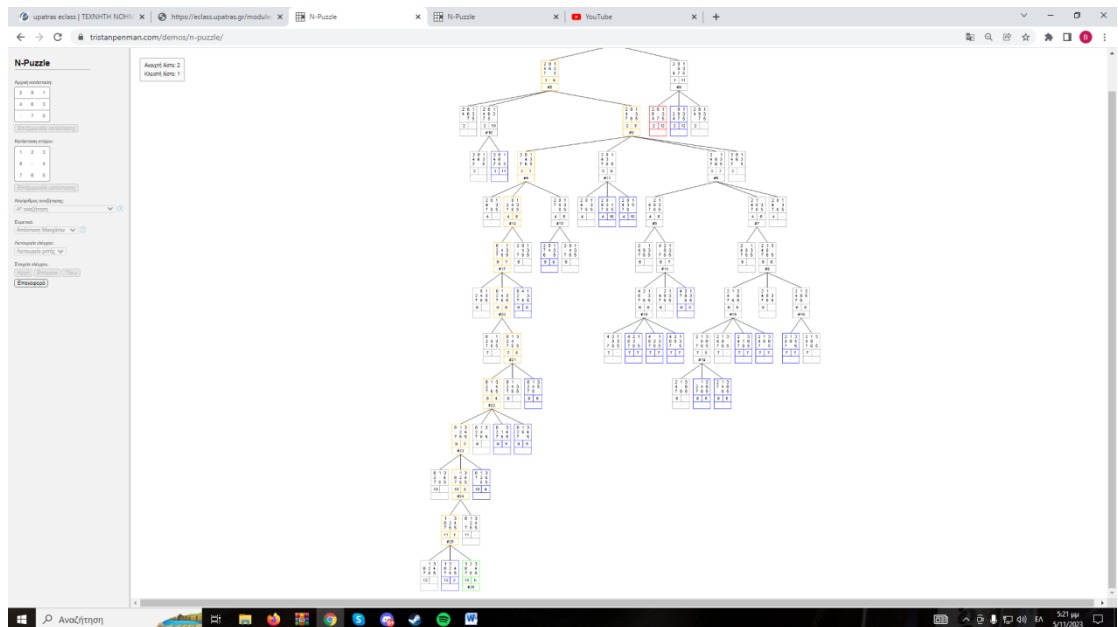


7) A*, Euclidean



Εδώ πάλι αρκεί ένα στιγμιότυπο καθώς ακριβώς από εκεί που φεύγουν οι 2 τέρμα πάνω γραμμές έχουμε την αρχική κατάσταση και τέρμα κάτω αριστερά(επειδη έχω λίγο ξεζουμάρει και γιαυτό το εξηγώ) είναι με πράσινο η τελική μας κατάσταση.

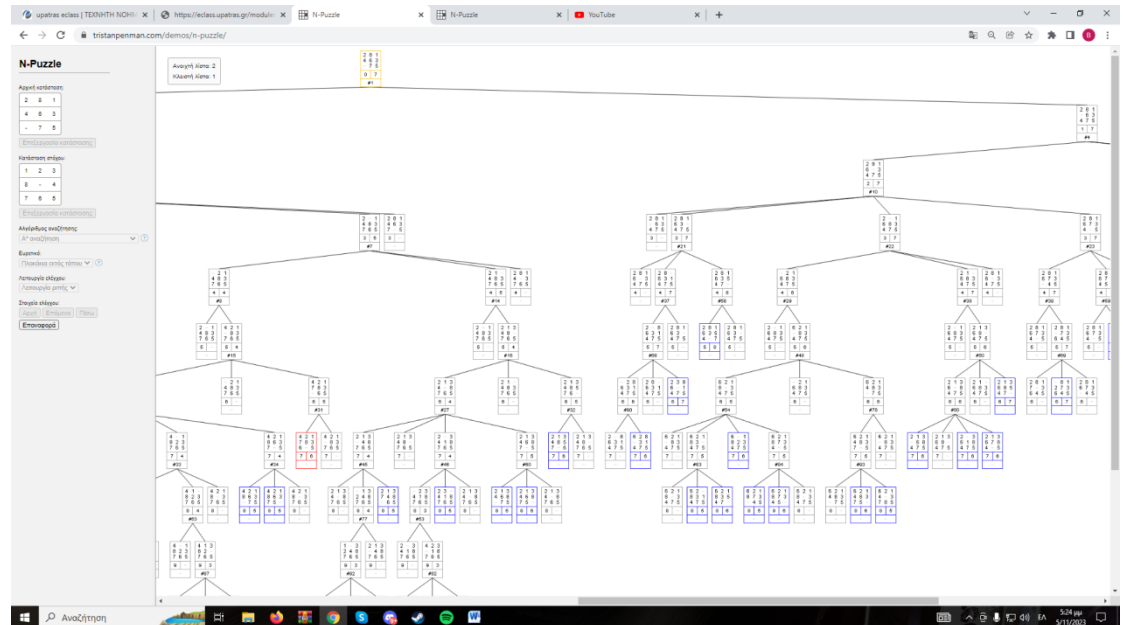
8) A*, Manhattan



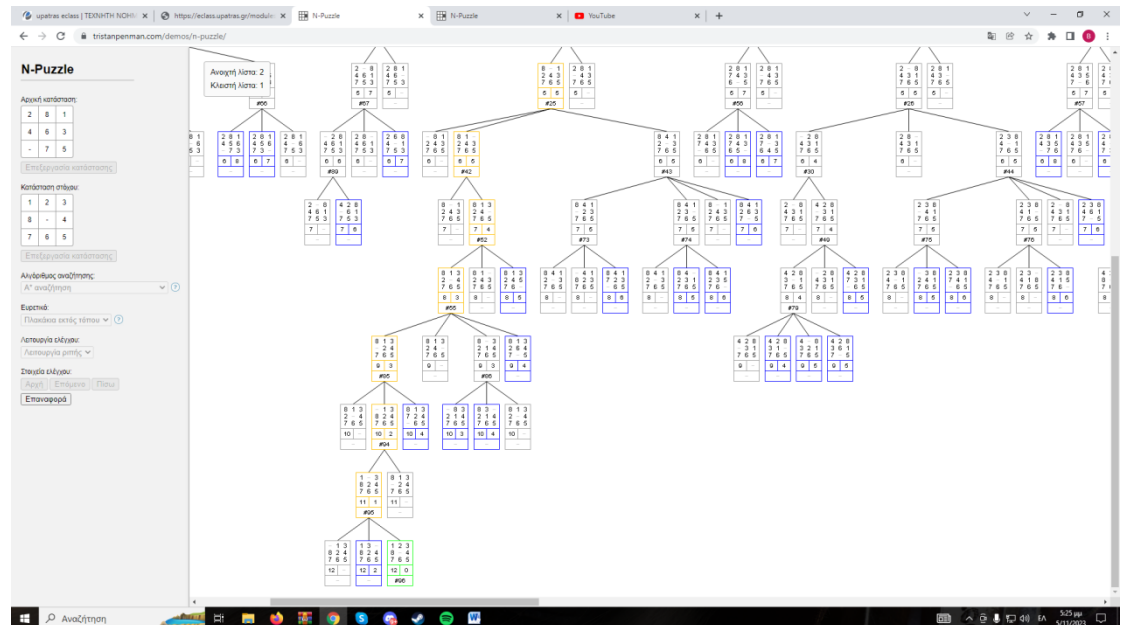
Έχω ένα πάλι στιγμιότυπο για τον ίδιο λόγο με πριν και ξανά επειδή έχω επεξεργαστεί την μεγένθηση η λύση είναι κάτω αριστερα με πράσινο .

9) A*, out-of-place

Ροή αλγορίθμου από αρχική κατάσταση



Εύρεση λύσης



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ Α ΜΕΡΟΣ:

1)ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΠΙΝΑΚΑ

Αλγόριθμος	Μήκος Λύσης	Είναι βέλτιστη;	Κόστος
BFS	12	NAI	1243
DFS	-	OXI	-
IDS	19	NAI	2702
Greedy, Euclidean	12	NAI	13
Greedy, Manhattan	36	OXI	221
Greedy, out-of-place	28	OXI	305
A*, Euclidean	12	NAI	43
A*, Manhattan	12	NAI	26
A*, out-of-place	12	NAI	96

2) Να εξηγήσετε ποιος/ποιοι αλγόριθμοι δεν δίνουν βέλτιστη λύση και γιατί.

Αρχικά ο αλγόριθμος που δεν δίνει βέλτιστη λύση είναι ο DFS καθώς θα προτιμήσει την βαθύτερη λύση πρώτα, επεκτίνει με λίγα λόγια την κατάσταση που βρίσκεται πιο βαθιά στο δέντρο.Επιπλέον ο Greedy αλγόριθμος δεν είναι βέλτιστος με οποιαδήποτε συνάρτηση μεταφοράς και αν τον πάρουμε και αυτό συμβαίνει διότι από την συνάρτηση αξιολόγησης του που είναι η $F(n)=H(n)$,το οποίο μας δείχνει ότι εξαρτάται μόνο από το $h(n)$ που είναι μια εκτίμηση του κόστους του φθινότερου μονοπατιού από ένα κόμβο n στον στόχο, οπότε δεν λαμβάνει υπόψη το πραγματικό κόστος .Τέλος ο IDS δεν είναι στην προκύπτουσα περίπτωση βέλτιστος καθώς το βάθος δεν είναι ανάλογο με το κόστος του αφού για σχετικά μικρό βάθος έχουμε πολύ μεγάλο κόστος.

3) Υπάρχει αλγόριθμος που μπορεί να μην είναι πλήρης; Γιατί;

Μέσα από τους αλγόριθμους τους οποίους έχουμε να τρέξουμε στο συγκεκριμένο πρόβλημα αυτοί οι οποίοι μπορεί να μην είναι πλήρης είναι ο ευρετικός αλγόριθμος Greedy με λίγα λόγια να μην δίνει εγγυημένα λύση και αυτό μπορεί να συμβεί άμα το ευρετικό που χρησιμοποιεί δεν είναι παραδεκτό παρόλο που βλέπουμε στο πρόβλημα μας ο Greedy με Euclidean να δίνει την ταχύτερη και βέλτιστη λύση.

4) Σχολιάστε την απόδοση των αλγορίθμων ως προς την ποιότητα της λύσης και την ταχύτητά τους. Ποιος είναι ταχύτερος και γιατί; Ποιος είναι και βέλτιστος και ταχύτερος; Επιβεβαιώστε θεωρητικά.

Αρχικά όσον αναφορά την ποιότητα της λύσης όπως παρατηρούμε και από το πινακάκι με τις τιμές που έχουμε αυτοί που έχουν την καλύτερη ποιότητα λύσης είναι ο BFS, Greedy με Euclidean και ο A* με όλα τα ευρετικά καθώς και στις 5 περιπτώσεις το μήκος λύσης είναι 12. Τώρα ταχύτερος είναι ο Greedy με Euclidean καθώς βρίσκει την λύση με το μικρότερο αριθμό βημάτων δηλαδή όπως φένεται και στον πίνακα με το μικρότερο κόστος που είναι 13. Τέλος και βέλτιστος και γρήγορος είναι ο Greedy με Euclidean αφού συνδιάζει το μικρότερο μήκος λύσης με τα λιγότερα βήματα δηλαδή το λιγότερο κόστος για να βρει την τελική κατάσταση στο πρόβλημα μας.

5) Να συγκρίνετε τους αλγορίθμους A* και Greedy στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο. Δίνουν και οι δύο βέλτιστη λύση; Για ποιο λόγο;

Από τους συγκεκριμένους αλγόριθμους αυτοί που δίνουν βέλτιστη λύση είναι ο Greedy με Euclidean και ο A* με όλα τα ευρετικά καθώς έχουν μήκος λύσης 12 μιλώντας πάντα για το ίδιο στιγμιότυπο. Αυτό συμβαίνει διότι το ευρετικό δεν είναι παραδεκτό .

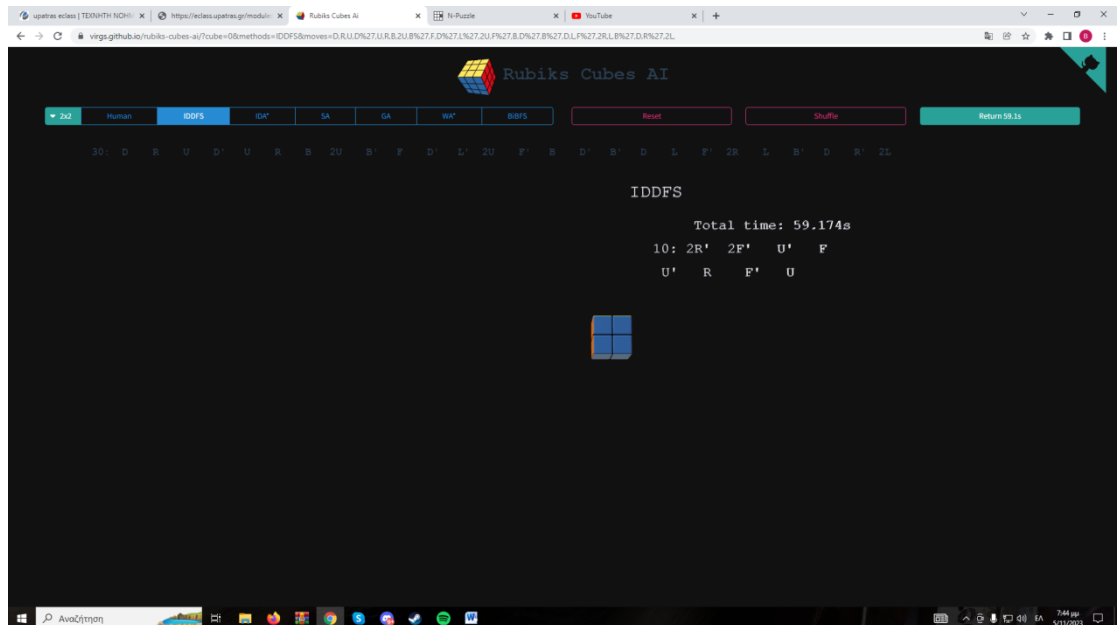
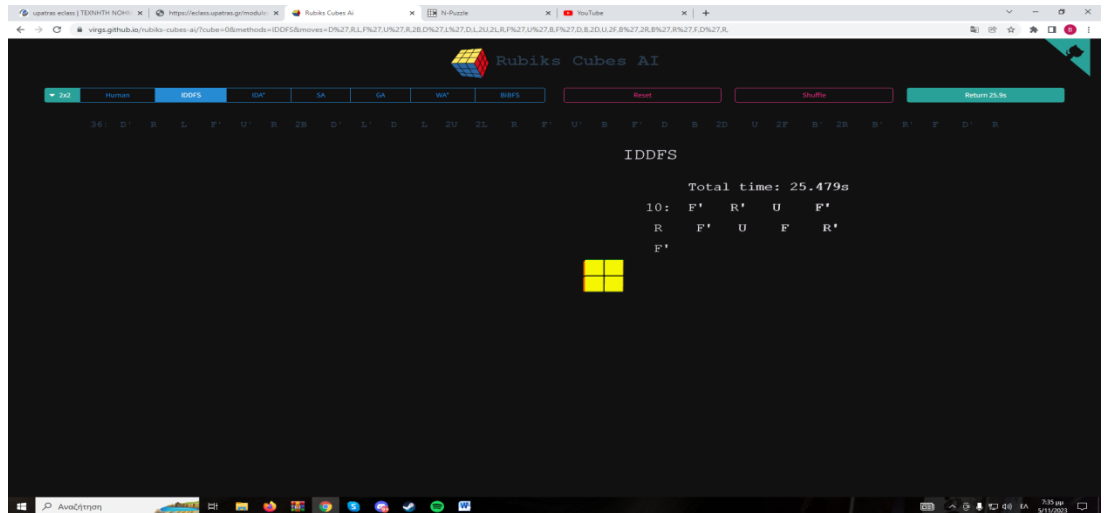
6) Να συγκρίνετε τις τρεις ευρετικές για την απόδοση των αλγορίθμων A* και Greedy στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο. Επηρεάζουν την ποιότητα της λύσης που βρίσκεται κάθε φορά ή/και την ταχύτητα του αλγορίθμου;

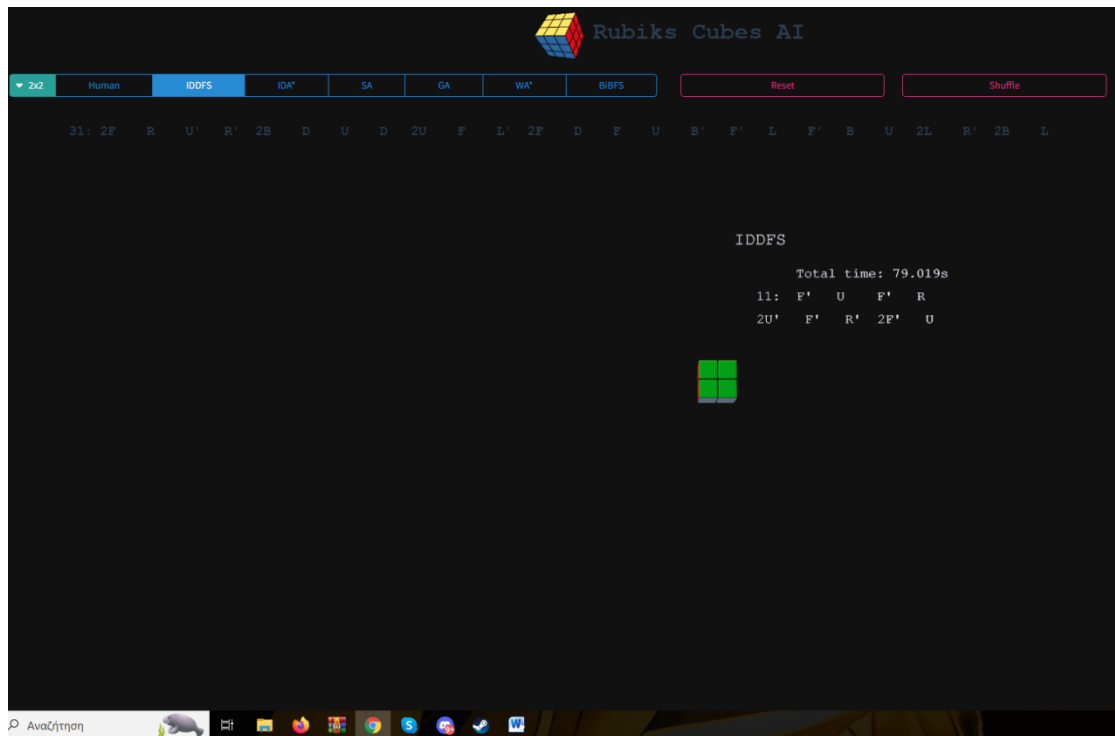
Αρχικά βλέπουμε πως καθένας από τους 2 αλγορίθμους και ο A* και ο Greedy χρησιμοποιούν 3 διαφορετικά ευρετικά. Όσον αναφορά τον Greedy και τα 3 ευρετικά κάθε φορά που χρησιμοποιούνται επηρεάζουν την ποιότητα λύσης αλλά και την ταχύτητα καθώς έχουμε και στα 3 διαφορετικές τιμές στο μήκος λύσης αλλά και στο κόστος με ταχύτερη και βέλτιστη την ευρετική Euclidean . Τώρα όσον αναφορά τον A* τα 3 διαφορετικά ευρετικά εδώ δεν επηρεάζουν την ποιότητα της λύσης αφού και στις 3 περιπτώσεις έχουμε μήκος λύσης 12 αλλά επηρεάζεται η ταχύτητα καθώς έχουμε διαφορετικό κόστος και με τις 3 ευρετικές με γρηγορότερη την ευρετική Manhattan με μήκος λύσης 26

Μέρος B: Κύβος του Ρούμπικ (mini-cube)

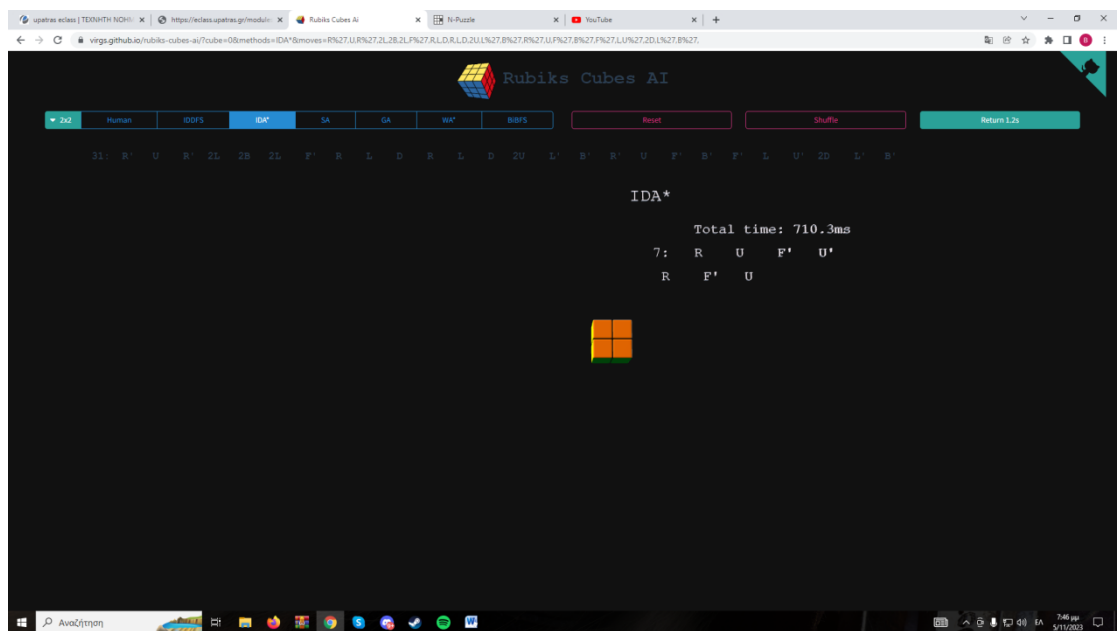
Αρχικά θα παραθέσω πάλι στιγμιότυπα για κάθε αλγόριθμο και θα για τον καθένα θα βάζω 3 διαφορετικά έτσι ώστε να δείξω 3 διαφορετικές λύσεις σε κάθε αλγόριθμο όπως ζητήτε.

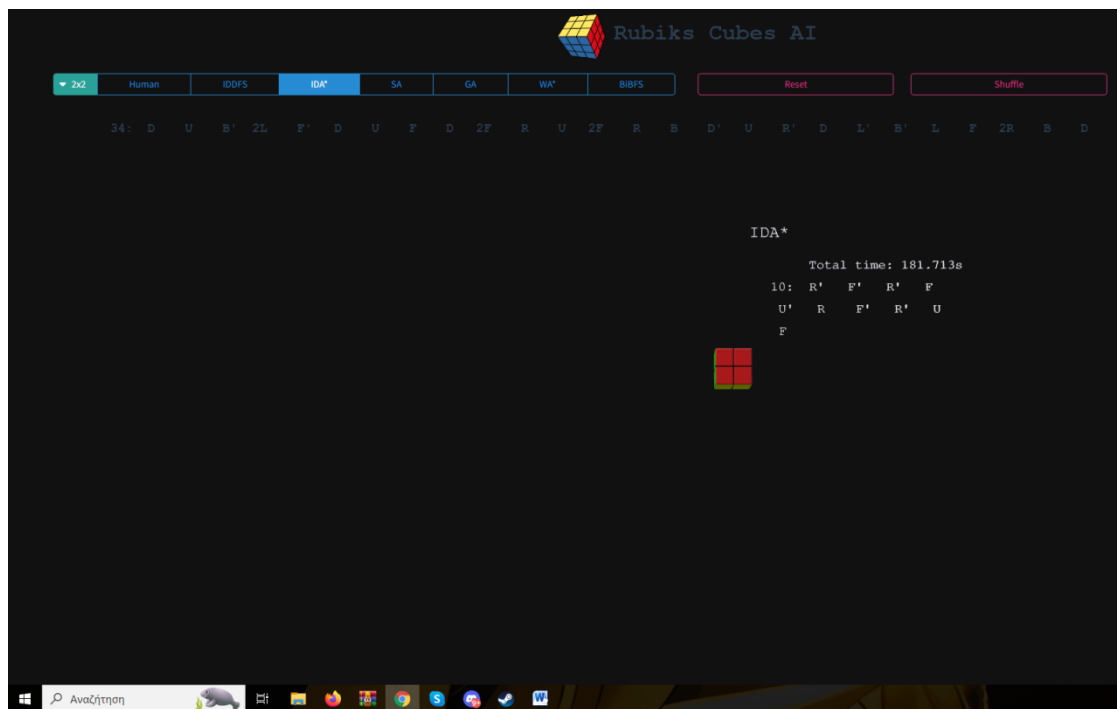
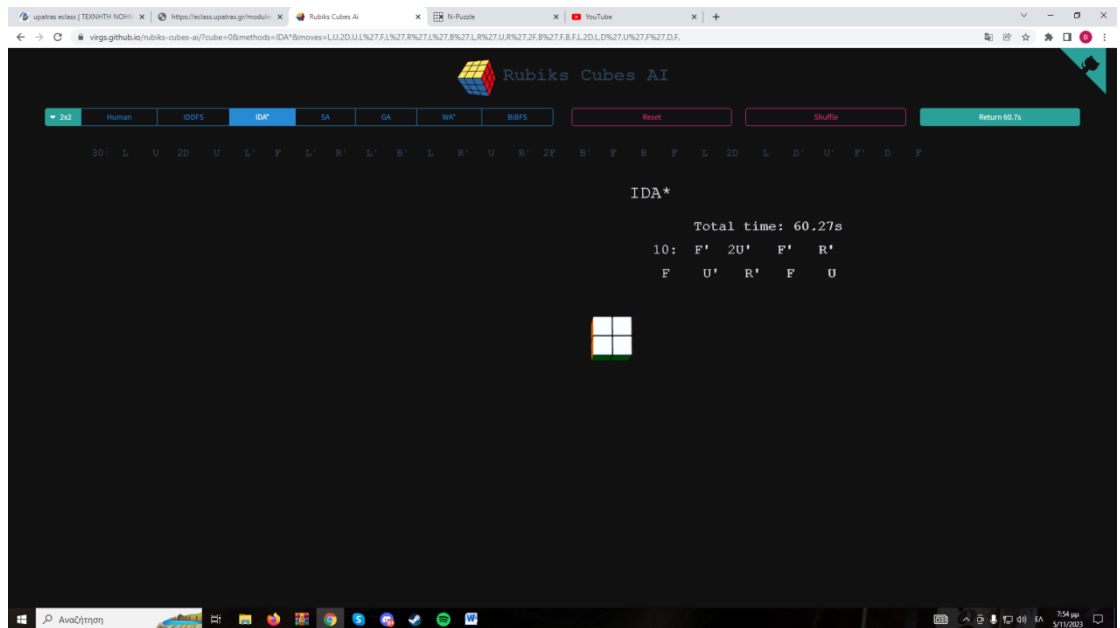
• IDDFS



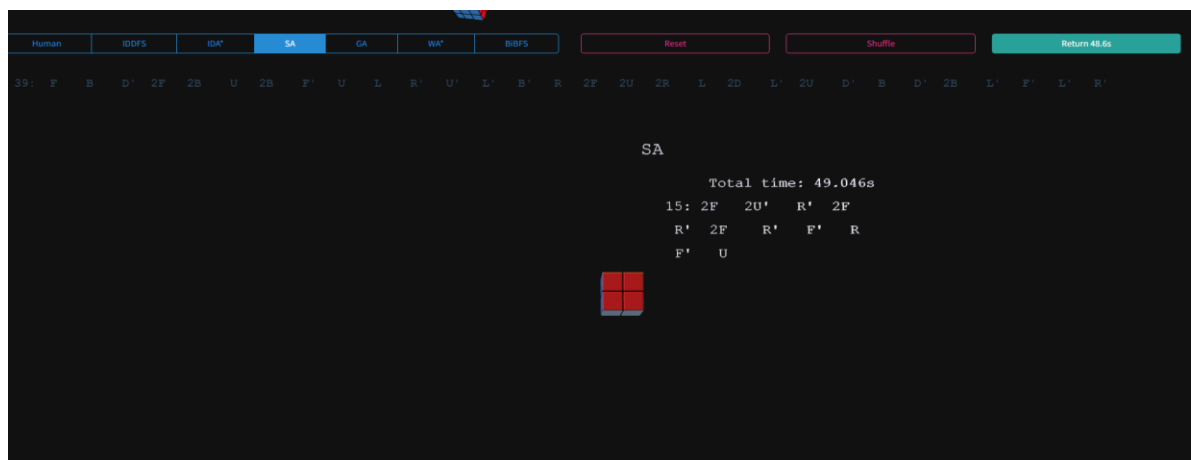
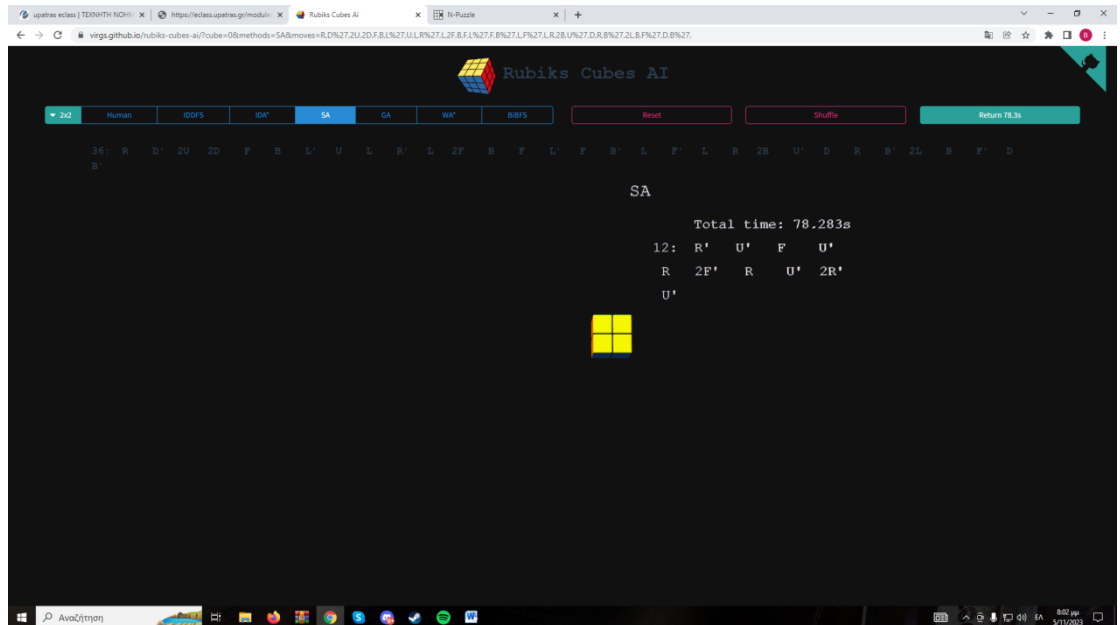


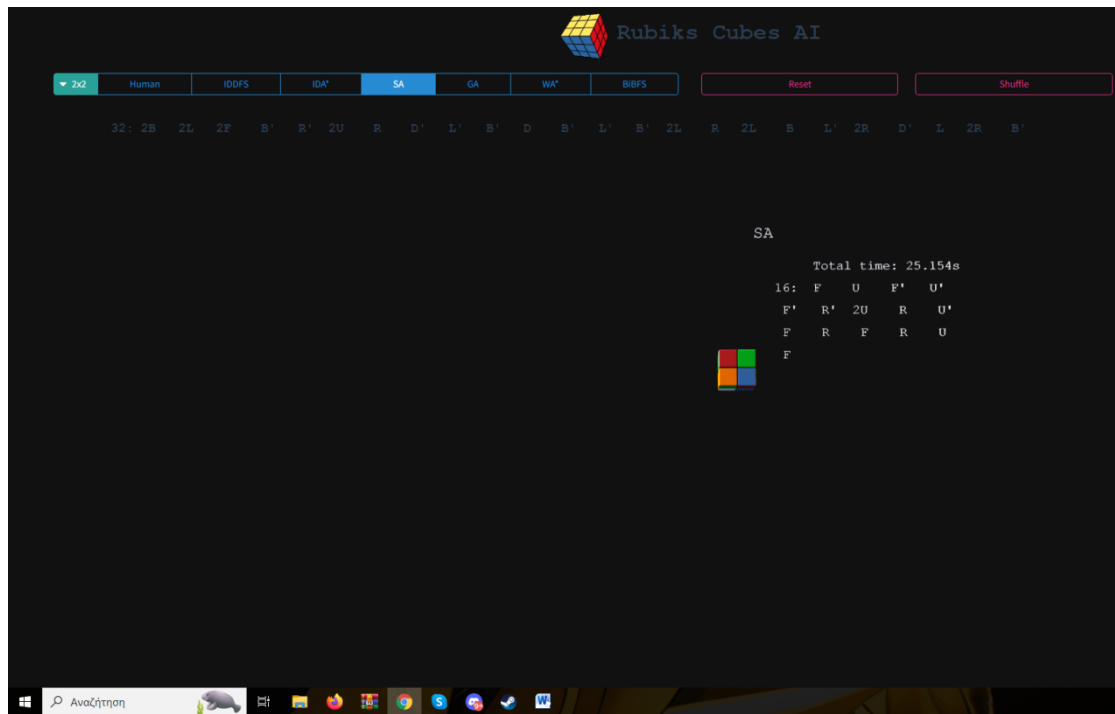
- IDA*



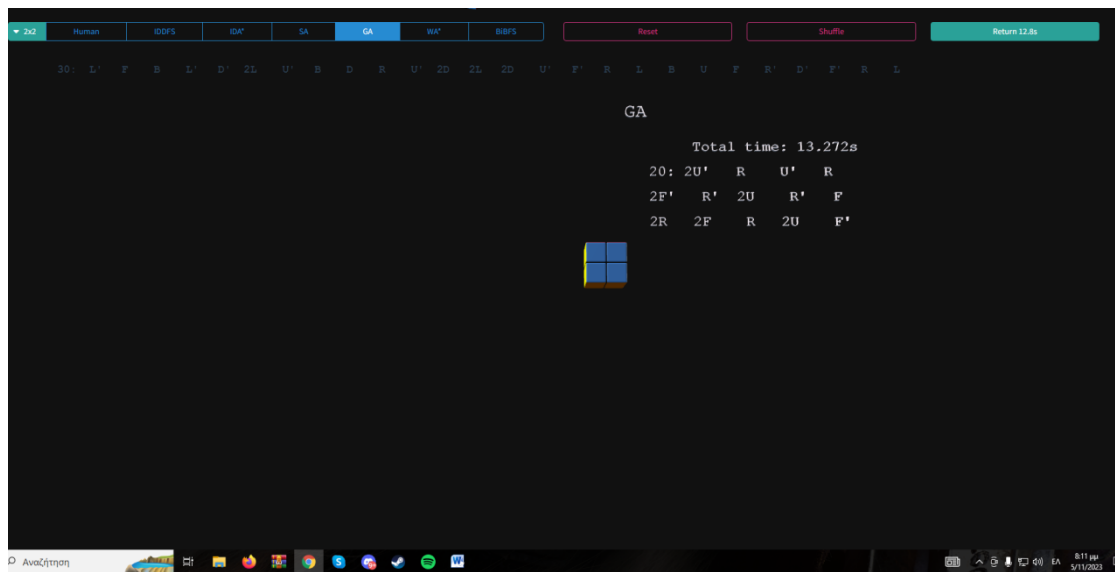


- SA





• GA



2x2

Human

IDDFS

IDA*

SA

GA

WA*

BIBFS

Reset

Shuffle

Return 87.6s

36: F' U B' U B' 2F' B F' L 2U F R B' D R' U' R' D' U L R' L R' D R 2D B L B U B' R L


GA

Total time: 87.108s

16: F R' 2F U

F U R U' F'


U' 2F' U' F R'



Αναζήτηση

8:14 pm

5/11/2023

 Rubik's Cubes AI

2x2

Human

IDDFS

IDA*

SA

GA

WA*

BIBFS

Reset

Shuffle


37: L B U' F U' R' U 2D F R B U' D' F B D' U' R' B U D' F' L' U F' D' F 2B U B R

GA

Total time: 42.574s

11: 2U' R' U 2R'

F U R' F R'



Αναζήτηση

8:14 pm

5/11/2023

- WA*

HumanIDDFSIDA*SAGA**WA***BIBFS

ResetShuffleReturn 2.3s

R' D' U' B L' U' 2B U R 2F 2L F R 2U 2L B R' 2B R F' 2D L' D B'

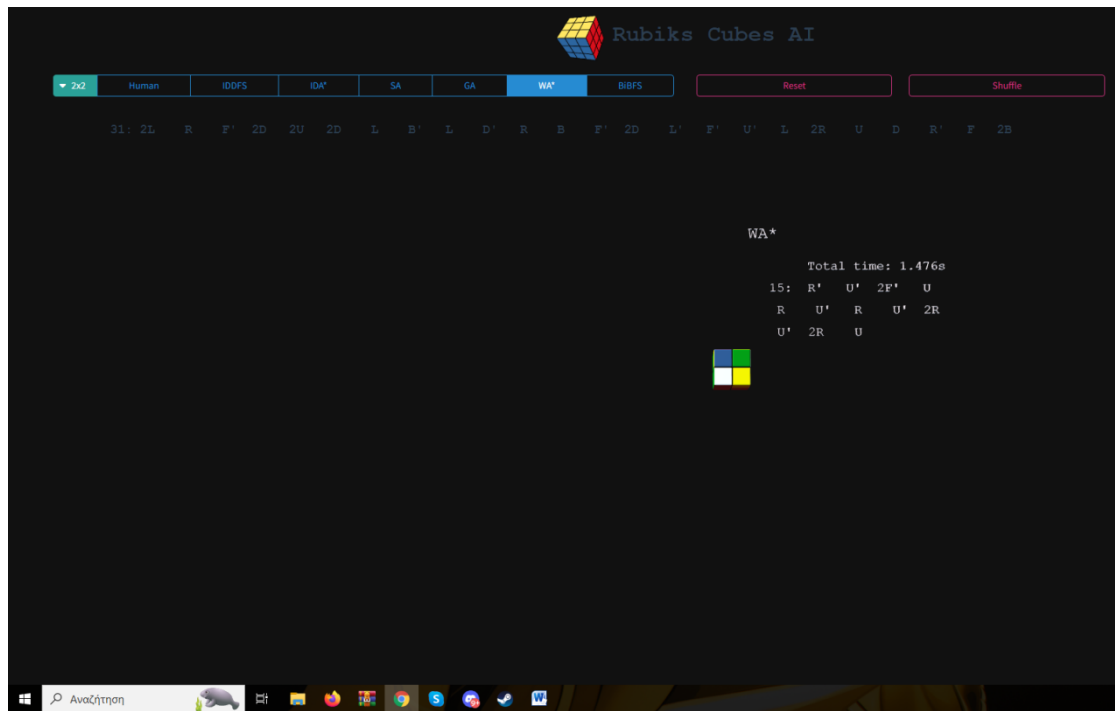
WA*
Total time: 1.839s
13: R' U F R'
U R' U' R F'
2U F U

HumanIDDFSIDA*SAGA**WA***BIBFS

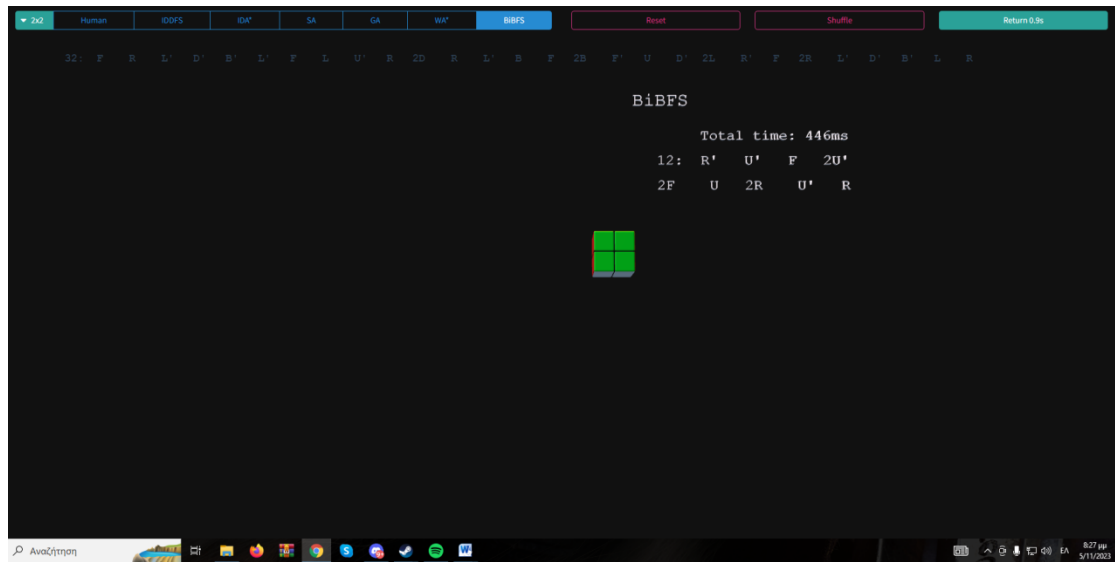
ResetShuffleReturn 2.2s

32: B' U R' F' U 2D 2L R' U L B R' L' R U' 2B D' 2F R F' U D' B F' U B' R L

WA*
Total time: 2.712s
16: R F' U F
U' F R U F'
U' F U F' U'
F U



• BiBFS



2x2

Human

IDDFS

IDA*

SA

GA

WA*

BIBFS

Reset

Shuffle

Return 0.6s


36: B' R L' B' D' R L U D 2R D' 2B R L R F D U' B 2D U 2R D' 2B U' F' R' 2D 2U

BIBFS


Total time: 170.6ms

10: R U 2R' F'

U R F 2U




Avatar



5:29 pm

5/11/2023



Rubiks Cubes AI

2x2

Human

IDDFS

IDA*

SA

GA

WA*

BIBFS

Reset

Shuffle

32: B R' 2F B D' L F' 2L F R F B' F' L' B F B' F B R L' B' U' B 2F B


BIBFS

Total time: 482.4ms

12: R' F' R' 2U'

R F' R U R

U' R



- 1) Ποιο είναι το μέγεθος του χώρου καταστάσεων του προβλήματος;

Το μέγεθος του χώρου καταστάσεων του προβλήματος μας είναι 24 και αυτό προκύπτει από τα χρώματα τις κάθε πλευράς του κύβου. Ουσιαστικά 6 πλευρές επί 4 τα χρώματα κάθε πλευράς.

- 2) Εξηγείστε ποιοι αλγόριθμοι μπορούν εγγυημένα να βρουν βέλτιστη λύση και ποιοι όχι για το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Σύμφωνα με τους αλγόριθμους τους οποίους χρησιμοποιήσαμε για το συγκεκριμένο πρόβλημα αυτοί οι οποίοι μπορούν να δώσουν βέλτιστη λύση και μάλιστα ΕΓΓΥΗΜΕΝΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΛΥΣΗ, με λίγα λόγια ότι σίγουρα θα μας δώσουν λύση είναι ο IDA*, ο WA*, ο IDDFS και ο BiBFS. Αρχικά ξεκινώντας από τον WA* θα ισχύει πως αν έχουμε βέλτιστο κόστος λύσης και είναι και το ευρετικό που χρησιμοποιεί παραδεκτό τότε θα δίνει εγγυημένα βέλτιστη λύση. Επιπρόσθετα και ο IDA* θα δίνει εγγυημένα βέλτιστη λύση αν και εδώ το ευρετικό είναι παραδεκτό. Ακόμα ο BiBFS ο οποίος φέρεται να είναι μία καλύτερη προσέγγιση του bfs και ο οποίος θα δίνει σίγουρα βέλτιστη λύση για τον λόγο που προείπα. Τέλος αυτός που μας δίνει εγγυημένη λύση είναι και ο IDDFS ο οποίος προφανώς όπως και ο dfs χρησιμοποιεί την αναζήτηση κατά βάθος. Έτσι αναζητώντας την λύση με βάση το βάθος του δέντρου θα βρεί εγγυημένα βέλτιστη λύση και ας πάρει αρκετό χρόνο όπως άλλωστε κάνει ο dfs.

Όσον αναφορά τους αλγόριθμους εκείνους που δεν δίνουν εγγυημένα βέλτιστη λύση αυτοί είναι ο SA και ο GA. Αρχικά ο GA είναι ένας αλγόριθμος ο οποίος κάνει αναζήτηση τοπικά το οποίο σημαίνει ότι η λύση που μπορεί να βρεί θα είναι βέλτιστη αλλά μπορεί να είναι τοπική και όχι αυτή που εμείς θέλουμε. Το γεγονός ότι θα είναι βέλτιστη φαίνεται και από το μήκος λύσης και τον χρόνο που κάνει για να την βρεί (ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑΚΙ), όμως δεν εγγυάται ότι θα βρεί κάθε φορά την λύση. Τέλος ο SA κάνει επιλογή για επέκταση ή όχι τυχαία την οποία δεν είναι πάντα σίγουρο ότι θα την αποδεχτή γεγονός παρόμοιο με πριν ότι ενώ μπορεί να δώσει βέλτιστη λύση δεν είναι πάντα εγγυημένο ότι θα μας δώσει την λύση που θέλουμε.

- 3) Εξηγείστε ποιοι αλγόριθμοι είναι πλήρεις και ποιοι όχι για το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Οι αλγόριθμοι που είναι πλήρεις είναι οι IDA*, WA*, BiBFS και ο IDDFS, διότι είναι αυτοί οι οποίοι μας εγγυόνται ότι θα βρούμε λύση.

- 4) Για κάθε αλγόριθμο καταγράψτε τον αριθμό των κινήσεων (μήκος λύσης) και το χρόνο που χρειάστηκε (ms). Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Αλγόριθμος	Μήκος Λύσης	Είναι βέλτιστη;	Ποσοστό απόκλισης	Χρόνος
IDDFS	$(10+10+11)/3=10.33$	NAI	$(10.33-10)/10.33=3,19\%$	$(25.47s+59,17s+79.01s)/3=54,55s$
IDA*	$(10+7+10)/3=9$	NAI	-	$(710.3ms+60.27s+181.71s)/3=80.89s$
SA	$(12+15+16)/3=14,33$	OXI	$(14,33-10)/14.33=30,2\%$	$(78.28s+49.04s+25.04s)/3=50.78s$
GA	$(20+16+11)/3=15,66$	OXI	$(15,66-10)/15,66=36,14\%$	$(13.27s+87.10s+42.57s)/3=47.64s$
WA*	$(13+15+16)/3=14,66$	NAI	$(14.66-10)/14.66 = 31.78\%$	$(1.83s+2.71s+1.47s)/3=2.003s$
BiBFS	$(12+10+12)/3=11.33$	NAI	$(11.33-10)/11.33=11,5\%$	$(446ms+170.4ms+482.4ms)/3=366.26ms$

6) Σχολιάστε την απόδοση των αλγορίθμων ως προς την ποιότητα της λύσης και την ταχύτητά τους. Τι ποσοστό απέχει η λύση που βρίσκουν από τη βέλτιστη; Ποιος έχει τον καλύτερο λόγο απόδοσης προς χρόνο; Από τους αλγορίθμους που δεν είναι βέλτιστοι, σε ποια περίπτωση θα προτιμούσατε καθέναν από αυτούς;

Αρχικά ως προς την απόδοση αυτό που έχει την καλύτερη και φαίνεται αυτό από το μήκος λύσης του είναι ο IDA* και ως προς την ταχύτητα είναι όπου εδώ μα κοιτάξουμε τον χρόνο ταχύτερος είναι ο BiBFS με χρόνο 366.26ms.ΘΑ ΗΘΕΛΑ ΝΑ ΣΗΜΕΙΩΣΩ ΟΤΙ Η ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΛΥΣΗ ΕΙΝΑΙ ΣΤΟ ΠΙΝΑΚΑΚΙ. Τέλος θα βρούμε ποιος από αυτούς έχει τον καλύτερο λόγο απόδοσης ως προς τον χρόνο

IDDFS: $10,33/54,55=0.18$

IDA*: $9/80,89=0.11$

SA: $14,33/50,78=0.28$

GA: $15,66/47,64=0.32$

WA*: $14,66/2,003=7.3$

BiBFS: $11,33/0.366=30.95$

Οπότε φαίνεται πως τον καλύτερο λόγο τον έχει ο BiBFS.

7) Σχολιάστε ειδικά γιατί οι αλγόριθμοι IDA* και WA* δίνουν ή δεν δίνουν βέλτιστη λύση. Υπάρχει κάποιο πλεονέκτημα στη χρήση τους (π.χ. για κύβους μεγαλύτερης διάστασης);

8) Προσπαθήστε να προτείνετε μια παραδεκτή ευρετική για το πρόβλημα.

Ένα απλό ουσιαστικά παραδεκτό ευρετικό θα ήταν να γίνεται ο υπολογισμός των κινήσεων του εκάστοτε αλγόριθμου μέχρι να φτάσει στην λύση και με λίγα λόγια όσο πιο κοντά βρίσκεται στην λύση που θέλουμε τόσο πιο λίγα βήματα θα χρειάζεται να κάνει.