

Εργασία 1

Ο κόσμος των κύβων

Φοιτητής: Ερρίκος Ματεβοσιάν

ΑΜ: iis23018

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	3
Αξιολόγηση	4
Σχολιασμός και συμπεράσματα	6

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος «Τεχνητή Νοημοσύνη» του Ε' εξαμήνου, πέρα από την ανάπτυξη κώδικα (με τη χρήση της γλώσσας Python), καλούμαστε να κάνουμε και πειραματική αξιολόγηση των τεσσάρων αλγορίθμων αναζήτησης που χρησιμοποιήσαμε.

Ο κώδικας είναι διαθέσιμος και στο αποθετήριο μου στο [GitHub](https://github.com).

Η αξιολόγηση των αλγορίθμων αναζήτησης γίνεται πάνω στην εφαρμογή τους σε προβλήματα από την ιστοσελίδα <https://www.cs.colostate.edu/meps/repository/aips2000.html#blocks>

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήσαμε για την επίλυση των προβλημάτων είναι:

- **BFS (Breadth-First Search)**
- **DFS (Depth-First Search)**
- **Best-First Search**
- **A (A-star search)***

Κάθε αλγόριθμος εφαρμόστηκε στα ίδια προβλήματα προκειμένου να συγκριθούν οι επιδόσεις τους.

Για να «τρέξετε» το πρόγραμμα χρησιμοποιήστε την παρακάτω εντολή:

- `python main.py <Search Algorithm> <Problem File> <Output File>`

όπου

- Search Algorithm (breadth, depth, best, astar)
- Problem File (το όνομα του αρχείου με το πρόβλημα πχ. probBLOCKS-4-0.pddl)
- Output File (το όνομα του output αρχείου που περιέχει τα βήματα τις λύσεις πχ. output.txt)

Specs Laptop:

CPU	12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-12650H
GPU	NVIDIA GeForce RTX 4060 Laptop GPU
RAM	16GB

Αξιολόγηση

Επιλέχθηκαν τυχαία τα εξής προβλήματα:

```
probBLOCKS-4-0.pddl
probBLOCKS-16-2.pddl
probBLOCKS-17-1.pddl
probBLOCKS-18-1.pddl
probBLOCKS-28-1.pddl
probBLOCKS-35-1.pddl
probBLOCKS-40-0.pddl
probBLOCKS-45-0.pddl
probBLOCKS-45-1.pddl
probBLOCKS-60-0.pddl
```

	BFS	DFS	Best	A*
4-0	3 moves / 0 sec	15 moves / 0 sec	3 moves / 0 sec	3 moves / 0 sec
16-2	-	-	39 moves / 0.02 sec	28 moves / 50 sec
17-1	-	-	30 moves / 0.01 sec	29 moves / 17 sec
18-1	-	-	34 moves / 0.03 sec	-
28-1	-	-	53 moves / 0.1 sec	-
35-1	-	-	153 moves / 7.5 sec	-
40-0	-	-	229 moves / 8.4 sec	-
45-0	-	-	87 moves / 1.1 sec	-
45-1	-	-	-	-
60-0	-	-	-	-

Ενδεικτικά στιγμιότυπα:

```
Starting search...
SOLUTION FOUND! Check the solution file for more details.
Number of moves: 3
Cost: 3
Took: 0.0
```

```
PS C:\Users\ericm\Desktop\Blocks_World_iis23018> python main.py depth probBLOCKS-16-2.pddl solution.txt
Starting search...
Took: 168.57543110847473
No solution found, after a minute of searching.
PS C:\Users\ericm\Desktop\Blocks_World_iis23018> python main.py breadth probBLOCKS-16-2.pddl solution.txt
Starting search...
Took: 172.38635349273682
No solution found, after a minute of searching.
```

```
PS C:\Users\ericm\Desktop\Blocks_World_iis23018> python main.py best probBLOCKS-16-2.pddl solution.txt
Starting search...
SOLUTION FOUND! Check the solution file for more details.
Number of moves: 39
Cost: 0
Took: 0.025812625885009766
```

```
PS C:\Users\ericm\Desktop\Blocks_World_iis23018> python main.py astar probBLOCKS-16-2.pddl solution.txt
Starting search...
SOLUTION FOUND! Check the solution file for more details.
Number of moves: 28
Cost: 28
Took: 50.64617705345154
```

```
Move ('C', 'table', 'A')
Move ('C', 'A', 'B')
Move ('C', 'B', 'D')
Move ('A', 'table', 'C')
Move ('A', 'C', 'B')
Move ('C', 'D', 'A')
Move ('C', 'A', 'table')
Move ('A', 'B', 'C')
Move ('A', 'C', 'D')
Move ('B', 'table', 'C')
Move ('A', 'D', 'B')
Move ('A', 'B', 'table')
Move ('B', 'C', 'A')
Move ('C', 'table', 'B')
Move ('D', 'table', 'C')
```

Σχολιασμός και συμπεράσματα

1. Απόδοση BFS και DFS

- BFS βρήκε λύση μόνο για το μικρότερο πρόβλημα (4-0), απαιτώντας 3 κινήσεις με μηδενική καθυστέρηση.
- DFS βρήκε λύση επίσης μόνο για το 4-0 αλλά απαιτούσε 15 κινήσεις, που δείχνει μειωμένη αποδοτικότητα.
- Για όλα τα άλλα προβλήματα, BFS και DFS δεν βρήκαν λύση εντός 2 λεπτών.
- Αυτό δείχνει ότι οι BFS και DFS δυσκολεύονται σε μεγαλύτερα και πιο σύνθετα προβλήματα λόγω της εξαντλητικής φύσης τους.
 - BFS υποφέρει από εκθετική αύξηση στη χρήση μνήμης, καθιστώντας τον μη πρακτικό για μεγάλους χώρους καταστάσεων.
 - DFS συχνά εγκλωβίζεται σε βαθιά, μη υποσχόμενα μονοπάτια, οδηγώντας σε αναποτελεσματική εξερεύνηση.

2. Απόδοση Best Search

- Ο Best-First Search βρήκε λύσεις σε όλες τις περιπτώσεις όπου BFS και DFS απέτυχαν.
- Ο αριθμός κινήσεων διαφέρει, αλλά είναι συχνά μεγαλύτερος από αυτόν του A*, που σημαίνει ότι αν και βρίσκει γρήγορα λύσεις, αυτές δεν είναι πάντα βέλτιστες.
- Ο χρόνος εκτέλεσης αυξάνεται καθώς τα προβλήματα γίνονται μεγαλύτερα:
 - Απλά προβλήματα (16-2, 17-1, 18-1): Λιγότερο από 0.05 δευτερόλεπτα.
 - Μεσαία προβλήματα (28-1, 35-1, 40-0): 0.1 έως 8.4 δευτερόλεπτα.
 - Μεγαλύτερα προβλήματα (45-0): 1.1 δευτερόλεπτα, παραμένοντας αποδοτικός.
- Ο Best-First Search είναι πολύ γρήγορος, αλλά δεν εγγυάται βέλτιστες λύσεις.

3. Απόδοση A* Search

- Ο A* βρήκε λύσεις με λιγότερες κινήσεις σε σχέση με τον Best Search, που δείχνει την αποτελεσματικότητά του.
- Ωστόσο, ο A* χρειάζεται πολύ περισσότερο χρόνο καθώς αυξάνεται το μέγεθος του προβλήματος:
 - 28 κινήσεις σε 50 δευτερόλεπτα (16-2).
 - 29 κινήσεις σε 17 δευτερόλεπτα (17-1).
- Το γεγονός ότι ο A* δεν βρήκε λύσεις για τις περισσότερες περιπτώσεις εντός 2 λεπτών υποδηλώνει ότι αντιμετωπίζει δυσκολίες σε μεγάλους χώρους καταστάσεων λόγω του μεγάλου υπολογιστικού κόστους της διατήρησης και ταξινόμησης της ουράς προτεραιότητας.
- Ο A* είναι βέλτιστος αλλά υπολογιστικά ακριβός, καθιστώντας τον ακατάλληλο για πολύ μεγάλα προβλήματα.

Συμπεράσματα

1. Οι BFS και DFS είναι αναποτελεσματικοί για μεγάλης κλίμακας προβλήματα λόγω της εξαντλητικής φύσης τους.
2. Ο Best Search είναι ο πιο γρήγορος, αλλά παράγει λιγότερο βέλτιστες λύσεις.

3. Ο A* βρίσκει τις καλύτερες λύσεις αλλά είναι πολύ αργός για σύνθετα προβλήματα* λόγω του υψηλού υπολογιστικού κόστους.