

**Κείμενο αναφοράς 2ης εργασίας στο μάθημα Τεχνητή Νοημοσύνη
Σταματογιάννη Βασιλική ,iis23081**

1. Εισαγωγή

Το παρόν κείμενο αναλύει συνοπτικά τη διαδικασία που ακολούθησα ώστε να διεκπεραιώσω την επίλυση 10 προβλημάτων (generated tests) ικανοποιησιμότητας προτάσεων με χρήση δύο ξεχωριστών αλγορίθμων ,του Hill Climbing(Αναρρίχησης λόφων) και του Depth-First search(Αναζήτηση σε βάθος).Ειδικότερα, απώτερος σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας υπήρξε η ανάλυση της συμπεριφοράς των δύο αυτών αλγορίθμων πάνω στην ικανοποιησιμότητα αλλά και τον χρόνο εκτέλεσης των προβλημάτων.

2. Περιγραφή των πειραμάτων

Τα πειράματα εκτελέστηκαν για διάφορες τιμές του M(αριθμός προτάσεων) με κύριο στόχο να εξεταστεί:

- Το **ποσοστό ικανοποιήσιμων προτάσεων** για διαφορετικές τιμές του λόγου M/N(πλήθος N προτασιακών συμβόλων).
- Ο **χρόνος εκτέλεσης** κάθε αλγορίθμου καθώς ο λόγος M/N αυξάνεται.

Επέλεξα σταθερές τιμές για το K=10 και N=15 ενώ το εύρος τιμών του M κυμαίνεται από 1000 εώς 17004.Για την δημιουργία tests με διαφορετικές τιμές του M χρειάστηκε να τροποποιήσω πολλές φορές το αρχείο bcspp generate με χρήση build->clean κι έπειτα build&run ακολουθώντας την εκτέλεση του προγράμματος στο command prompt (+test 1 10,για τη δημιουργία 10 διαφορετικών τεστ με τη συγκεκριμένη κάθε φορά τιμή M). Στη συνέχεια , εκτελούσα SolveSAT hill "test_1.txt" "solution_hill_1_run1.txt" 5 φορές για καθένα από τα 10 test της κάθε τιμής M και υπολόγιζα έπειτα τον μέσο όρο του χρόνου για καθεμία από τις 5 εκτελέσεις του κάθε test ώστε να το εισχωρήσω στον πίνακα τιμών για τον χρόνο εκτέλεση του M.Όταν ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις με τον αλγόριθμο hill climbing προχώρησα στις μετρήσεις με αλγόριθμο depth με SolveSAT depth "test_1.txt" "solution_depth_1_.txt" ωστόσο υπολογίστηκαν μία φορά οι τιμές για κάθε τεστ σε αντίθεση με το hill που οι μετρήσεις για καθένα από τα 10 tests ήταν επί πέντε.

Με βάση τη παραπάνω διαδικασία δημιουργήθηκαν οι πίνακες ικανοποιησιμότητας και χρόνου εκτέλεσης για τους δύο αλγορίθμους:

Time Calculator		Hill climbing											
M	M/N	test1	test2	test3	test4	test5	test6	test7	test8	test 9	test10	average	
1000	66,6	0,000600	0,000600	0,001200	0,001200	0,000600	0,000800	0,000600	0,001400	0,001000	0,001200	0,000920	
1600	106,66	0,003000	0,002600	0,002800	0,004000	0,006000	0,002400	0,002200	0,001600	0,002600	0,003000	0,003020	
2000	133,33	0,005000	0,006200	0,003400	0,005000	0,004800	0,004000	0,004400	0,005600	0,004600	0,002400	0,004740	
2400	160	0,005600	0,007200	0,007600	0,010000	0,004600	0,006000	0,007200	0,003800	0,004000	0,010600	0,006660	
3000	200	0,005600	0,004000	0,004800	0,004200	0,006600	0,007400	0,006000	0,008600	0,004200	0,007600	0,005900	
4156	277,06	0,067000	0,026000	0,031200	0,028400	0,049800	0,013600	0,027000	0,039800	0,036800	0,032800	0,035240	
5026	335,06	0,100800	0,059600	0,122000	0,065400	0,065600	0,067400	0,141400	0,064800	0,089200	0,056600	0,083280	
7843	522,86	0,949800	0,861500	1.260600	1.517000	0,677200	1.363200	0,844400	1.026400	1.908000	0,425000	1.083210	
10109	673,93	3.228600	7.850800	14.739200	15.9808	60.048000	11.062000	2.578200	6.179200	60.048000	1.054800	123.0512	
10467	697,80	9.525398	16.266000	2.871600	60.029999	60.030998	7.228600	2.944800	60.036999	60.004002	60.04900	33.898740	
11007	733,80	60.019001	60.015999	60.016998	5.468600	8.930600	22.177800	20.516800	60.018002	60.006001	17.170999	37.43408	
11635	775,66	60.014000	60.005	12.636200	13.457400	60.026	60.005	60.009	60.026	2.922000	13.536600	40.06302	
12406	827,06	60.021000	60.000999	60.004002	60.000999	60.035000	60.022999	9.804780	60.021000	60.018002	60.018002	54.99468	
17004	1.133,6	60.063000	60.000990	60.001999	60.028000	60.072	60.041000	60.009	60.029	60.013000	60.01	60.0268	

Success Percent		Hill climbing										
M	M/N	test1	test2	test3	test4	test5	test6	test7	test8	test9	test10	%
1000	66,66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
1600	106,66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
2000	133,33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
2400	160	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
3000	200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
4156	277,06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
5026	335,06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
7843	522,86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
10109	673,93	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	80
10467	697,80	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	50
11007	733,80	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	50
11635	775,66	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	40
12406	827,06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
17004	1.133,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Success Percent		Depth										
M	M/N	test1	test2	test3	test4	test5	test6	test7	test8	test9	test10	%
1000	66,66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
1600	106,66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
2000	133,33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
2400	160	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
3000	200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
4156	277,06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
5026	335,06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
7843	522,86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
10109	673,93	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	80
10467	697,80	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	60
11007	733,80	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	40
11635	775,66	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	50
12406	827,06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
17004	1.133,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Time Calculator		Depth										
M	M/N	test1	test2	test3	test4	test5	test6	test7	test8	test9	test10	average
1000	66,66	0.004000	0.005000	0.003000	0.002000	0.005000	0.004000	0.003000	0.001000	0.004000	0.004000	0.003500
1600	106,66	0.005000	0.005000	0.004000	0.006000	0.002000	0.005000	0.007000	0.004000	0.000000	0.005000	0.004300
2000	133,33	0.007000	0.006000	0.006000	0.008000	0.006000	0.007000	0.006000	0.007000	0.000000	0.009000	0.006200
2400	160	0.008000	0.007000	0.007000	0.007000	0.011000	0.011000	0.010000	0.006000	0.006000	0.006000	0.007900
3000	200	0.008000	0.022000	0.009000	0.008000	0.007000	0.009000	0.010000	0.008000	0.008000	0.007000	0.009600
4156	277,06	0.048000	0.033000	0.032000	0.018000	0.131000	0.035000	0.019000	0.025000	0.017000	0.021000	0.0379000
5026	335,06	0.039000	0.019000	0.026000	0.056000	0.016000	0.025000	0.014000	0.051000	0.017000	0.016000	0.0279000
7843	522,86	0.121000	1.309000	0.307000	0.714000	0.903000	1.818000	0.118000	2.378000	2.675000	1.816000	1.221900
10109	673,93	3.497000	0.557000	3.306000	4.343000	45.375999	50.653000	8.935000	4.767000	58.883999	42.472000	22.278999
10467	697,80	3.163000	42.064999	11.518000	60.007000	59.616001	9.543000	46.007000	3.952000	60.000999	60.007000	35.587899
11007	733,80	60.016998	60.006001	19.674000	21.642000	51.057999	11.722000	6.585000	60.000999	60.005001	58.352001	44.938999
11635	775,66	23.705000	25.257999	19.674000	19.077000	13.147000	19.919001	20.496000	20.471001	11.718000	17.285999	19.075100
12406	827,06	23.223000	23.424999	23.195999	21.504999	21.440001	20.667999	3.177000	20.794001	23.476000	21.500000	20.240400
17004	1.133,6	25.042000	28.701000	31.546000	25.577000	24.847000	24.952999	25.377001	25.726000	24.674999	24.731001	26.417100

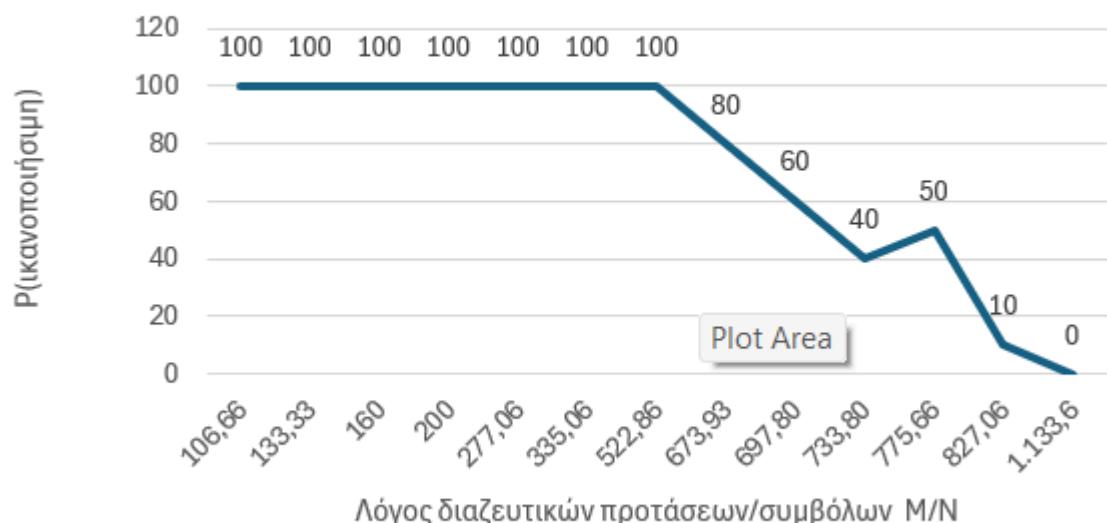
3. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Οι μετρήσεις αυτές έδειξαν πως για χαμηλές τιμές του λόγου M/N όλα τα προβλήματα είναι ικανοποιησιμά με 100% επιτυχία χρησιμοποιώντας και τους δύο αλγορίθμους. Ωστόσο, καθώς ο λόγος M/N αυξάνεται, το ποσοστό ικανοποιησιμότητας μειώνεται δραματικά, ιδιαίτερα μετά τη κρίσιμη τιμή του λόγου M/N, η οποία με βάση τα νούμερα που χρησιμοποιήσα στις μεταβλητές είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από 700, όπου το ποσοστό ικανοποιησιμότητας μεταβάλλεται σε μικρότερο από 50%. Συγκεκριμένα:

- Ο hill climbing: Καθώς αυξάνεται ο λόγος M/N , ξεκινά να εμφανίζει αποτυχίες εύρεσης λύσης από περίπου $M/N=674$ και άνω με το ποσοστό επιτυχίας να βρίσκεται σε καθοδική πορεία από 80% σε 0%.
- Ο depth first search: Ξεκινά να εμφανίζει αποτυχίες, όπως ο hill climbing, κοντά στη τιμή 674 του λόγου M/N , ωστόσο παρουσιάζει λιγό μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας στις τιμές που ακολουθούν σε σχέση με τον αλγόριθμο hill climbing.

Το κρίσιμο σημείο, δηλαδή το σημείο που η πλειοψηφία των προβλημάτων γίνεται μη ικανοποιησιμή, φαίνεται πως για τον αλγόριθμο hill climbing είναι το 775,66 (ποσοστό ικανοποιησιμότητας 40%) ενώ για τον αλγόριθμο depth first search το κρίσιμο σημείο παρουσιάζεται στη τιμή 733,8 (εκεί διαφαίνεται και η μεγαλύτερη τιμή του χρόνου εκτέλεσης).

Hill climbing διάγραμμα



Όσον αφορά τον χρόνο εκτέλεσης, οι δύο αλγόριθμοι εκτελούνται εξαιρετικά γρήγορα με τον χρόνο να είναι μικρότερος από 0,1 sec όταν οι τιμές του λόγου M/N είναι χαμηλότερες. Ωστόσο, όσο ο λόγος M/N αυξάνεται, ο χρόνος εκτέλεσης του αλγορίθμου depth παρατηρείται λίγο υψηλότερος από αυτόν του hill climbing εώς τον εντοπισμό του κρίσιμου σημείου όπου ο depth εμφανίζει πολύ μικρότερο χρόνο εκτέλεσης ενώ ο hill αυξάνεται δραματικά φθάνοντας τον μέγιστο χρόνο των 60 sec.

66,66	0,000920	0.003500
106,66	0,003020	0.004300
133,33	0,004740	0.006200
160	0,006660	0,007900
200	0,005900	0,009600
277,06	0,035240	0,0379000
335,06	0,083280	0,0279000
522,86	1.083210	1.221900
673,93	12.30512	22.278999
697,80	33.898740	35.587899
733,80	37.43408	44.938999
775,66	40.06302	19.075100
827,06	54.994678	20.240400
1.133,6	60.026799	26.417100



Συμπεράσματα:

Για χαμηλές τιμές του λόγου M/N και οι δύο αλγόριθμοι εκτελούνται αποτελεσματικά και με οριακά μηδενικό χρόνο. Με την αύξηση ωστόσο του M/N και οι δύο αλγόριθμοι χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο εκτέλεσης χωρίς μεγάλες διαφορές ώσπου ξεπεραστεί το κρίσιμο σημείο και πλέον ο depth first διακρίνεται πιο αποδοτικός από τον hill climbing, ο οποίος πολλές φορές καταλήγει στο χρονικό όριο εκτέλεσης (60 sec).

Στο συμπιεσμένο αρχείο συμπεριλαμβάνονται φάκελοι με τα προβλήματα που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα του τερματικού. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνεται το excel αρχείο που δημιουργήθηκε για τη κατασκευή των διαγραμμάτων καθώς και το παρόν αρχείο με την ανάλυση των δοκιμών.

