

Θεμελιώδη Θέματα της Επιστήμης των Υπολογιστών

Γεώργιος Κυριακόπουλος AM: e/18153

Τρίτη Σειρά Ασκήσεων

Άσκηση 1:

α) Αρχικά θα τρέξουμε τον αλγόριθμο Hill Climbing, για το δοσμένο πρόβλημα. Ξεκινάμε με την κορυφή s , η οποία έχει για παιδιά τα b, c, d με ευριστικές 6, 4, 5 αντίστοιχα. Διαλέγουμε τον c με την ελάχιστη τιμή ευριστικής 4 και βρίσκουμε τα παιδιά του, μόνο το h δηλαδή με ευριστική 5. Όμως, βλέπουμε ότι το παιδί του έχει μεγαλύτερη τιμή ευριστικής. Επομένως, αφού ο κόμβος c δεν είναι στόχος, ανακοινώνουμε αποτυχία και τερματίζει ο αλγόριθμος.

Τώρα θα τρέξουμε τον A^* αλγόριθμο. Αρχίζουμε με το s που μας δίνει τα παιδιά b, c, d με αποστάσεις 11, 6, 7. Αναπτύσσουμε το c που μας δίνει h με απόσταση 13. Μετά αναπτύσσουμε το d που μας δίνει h, i με αποστάσεις 15, 11. Άρα το h του d με απόσταση 15 το αποκλείουμε. Το b μας δίνει e, k με αποστάσεις 14, 9. Το k μας δίνει g με 18 και το i δίνει j με 15. Το h μας δίνει j με 18, το οποίο αποκλείουμε. Το e μας δίνει g με 18 και το j δίνει g με 14, επομένως ακυρώνουμε τα άλλα δύο g με 18 και εν τέλει πάμε να τρέξουμε τον αλγόριθμο για τον στόχο g με 14, επομένως τερματίζει και έχουμε ελάχιστο μονοπάτι $sdijg$ με απόσταση 14.

β) Το παραπάνω πρόβλημα έχει 5 συνολικά λύσεις, την $sbeg, sbkg, schjg, sdhig, sdijg$ με αποστάσεις 18, 18, 17, 19 και 14 αντίστοιχα. Έχουμε, επομένως, βέλτιστη λύση την $sdijg$ με απόσταση 14, όπως βρήκαμε και με τον A^* αλγόριθμο. Δεν μπορούμε, όμως, να είμαστε βέβαιοι από πριν για την επιτυχία του αλγόριθμου A^* διότι, η ευριστική αυτού θα πρέπει για κάθε κατάσταση να έχει τιμή μικρότερη από την πραγματική απόσταση από την τελική κατάσταση, οπότε θα έχουμε μία αποδεκτή ευριστική συνάρτηση (admissible). Όμως, βλέπουμε, για παράδειγμα, ότι για τον κόμβο j έχουμε ευριστική τιμή 3 και πραγματική απόσταση 2. Επομένως, δεν είμαστε σίγουροι για την επιτυχία του αλγόριθμου από πριν.

Άσκηση 2:

α) Περιβάλλον: τοίχοι, πάτωμα, αντικείμενα

Αισθητήρες: αισθητήρες μεγέθους χώρου, αισθητήρας θέσης, εγκέφαλος ρομπότ, αισθητήρες εντοπισμού αντικειμένων, αισθητήρας σκόνης

Δράσεις: κίνηση προς 4 κατευθύνσεις, σταμάτημα, περιστροφή, μηχανισμός μετακίνησης αντικειμένου, καθάρισμα πατώματος, καθάρισμα αντικειμένου, ειδοποίηση

μέσω φωτεινής ένδειξης για τερματισμό τακτοποίησης, αποφόρτιση μπαταρίας, ή τυχόν πρόβλημα

Επίδοση: γρήγορη, οικονομική, ασφαλής μετακίνηση αντικειμένων, αποτελεσματικός, ολοκληρωμένος καθαρισμός του χώρου και των αντικειμένων, ελάχιστη υλική φθορά και κατανάλωση ενέργειας από το ρομπότ

β)Κόσμος: το πολύ 5 είδη αντικειμένων, πάτωμα οριοθετημένο από τους τοίχους, ιδιότητες όπως αντικείμενα προς μετακίνηση, σταθερά (όπως τυχόν εμπόδια ή αντικείμενα που δεν θέλουμε να μετακινήσουμε) και αντικείμενα στην τελική θέση τους, σχετικό βάρος αντικειμένων, διάκριση αντικειμένων και πατώματος σε καθαρό και βρώμικο

Κατάσταση του κόσμου: βρώμικη τσάντα λάθος τοποθετημένη στο σταθερό τραπέζι σε μία γωνία του δωματίου (τη θέλουμε στην κενή θέση του πατώματος διαγώνια του σταθερού τραπεζιού), κενή θέση στο πάτωμα διαγώνια του σταθερού τραπεζιού, καθαρή μπανάνα λάθος τοποθετημένη στον σταθερό καναπέ στη μέση του δωματίου (τη θέλουμε στο σταθερό τραπέζι)

Τελεστές μετάβασης: κίνηση του ρομπότ σε μία από τις 4 κατευθύνσεις ώστε να φτάσει σε θέση-στόχο για να συνεχίσει με άλλη ενέργεια, μετακίνηση αντικειμένου από θέση A σε κενή θέση B, μετακίνηση αντικειμένου από θέση A σε θέση B πάνω σε άλλο αντικείμενο με μεγαλύτερο σχετικό βάρος, καθάρισμα ενός βρώμικου αντικειμένου, καθάρισμα του πατώματος

Παραδείγματα τελεστών: κίνηση του ρομπότ κάτω και δεξιά ώστε να φτάσει στον καναπέ, μετακίνηση της τσάντας από το τραπέζι στο πάτωμα (κενή θέση), μετακίνηση της μπανάνας από τον καναπέ στο τραπέζι (μεγαλύτερο σχετικό βάρος), καθάρισμα της βρώμικης τσάντας πριν την μετακίνηση της, καθάρισμα του πατώματος στη θέση που βρίσκεται το ρομπότ

γ) Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξής συλλογιστική πορεία για τη σχεδίαση της ευριστικής συνάρτησης. Για την ευριστική συνάρτηση εκτίμησης του κόστους μετάβασης από μία κατάσταση σε μία άλλη (πλήρης τακτοποίηση και καθαρισμός ενός αντικειμένου και του μονοπατιού που θα διατρέξω) θα υπολογίζουμε το μήκος του μονοπατιού από το ρομπότ μέχρι το στόχο (πχ με την ευκλείδια απόσταση ή με την απόσταση Manhattan) για να πάω στη θέση του αντικειμένου, συν το μήκος του μονοπατιού για να το μεταφέρω, συν 2 (διαδικασία όπου το σηκώνω και το αφήνω), εφόσον χρειάζεται μετακίνηση, συν το πόσα πλακάκια των μονοπατιών αυτών είναι βρώμικα και θέλουν καθάρισμα συν ένα, ακόμα, εάν χρειάζεται καθάρισμα το αντικείμενο. Για την ευριστική συνάρτηση εκτίμησης του υπολοιπούμενου κόστους μέχρι την τελική κατάσταση θα υπολογίζουμε το πλήθος των βρώμικων πλακιδίων επί το μέσο όρος της ευκλείδιας απόστασης ή απόστασης Manhattan από το ρομπότ μέχρι τα πλακάκια - στόχους συν το πλήθος των αντικειμένων που δεν είναι τακτοποιημένα (είτε

βρώμικα είτε χρειάζονται μετακίνηση) επί το μέσο όρο της ευριστικής εκτίμησης του κόστους μετάβασης από μία κατάσταση σε μία άλλη για αυτά τα αντικείμενα.

δ) Έστω μια αναπαράσταση της κατάστασης του κόσμου του β ερωτήματος σε μία σκακιέρα 3x3:

T/T	P	E
Σ	M/K	Σ
Σ	Σ	Π

Όπου T/T τσάντα στο τραπέζι, P ρομπότ, M/K μπανάνα στον καναπέ, Π πάτωμα, E εμπόδιο και Σ σκόνη και έστω οι προτάσεις:

MX (Move Robot): κίνηση ρομπότ προς μία θέση (X = U πάνω, D κάτω, L αριστερά, R δεξιά)

MO (Move Object): εκκίνηση μετακίνησης αντικειμένου από τη θέση A στην κενή θέση B

MOT (Move Object on Top of something): εκκίνηση μετακίνησης αντικειμένου από τη θέση A στη θέση B πάνω σε αντικείμενο με μεγαλύτερο σχετικό βάρος

CF (Clean Floor): καθάρισμα πατώματος

EO (End of Object move): καθάρισμα αντικειμένου (εάν είναι βρώμικο) και τερματισμός της μετακίνησης του (εάν έχει ξεκινήσει σχετική μετακίνηση)

Η αναπαράσταση αυτής της κατάστασης σε Προτασιακή Λογική με την έννοια των διαθέσιμων κινήσεων για το ρομπότ έχει ως εξής:

$(ML \wedge MO \wedge MD \wedge CF \wedge MD \wedge CF \wedge MR \wedge CF \wedge MR \wedge EO) \vee (MD \wedge MO \wedge ML \wedge CF \wedge MU \wedge EO)$

καθώς το ρομπότ μπορεί είτε να ξεκινήσει τη μετακίνηση της τσάντας από το τραπέζι στο πάτωμα, να καθαρίσει το ενδιάμεσο μονοπάτι και να τερματίσει την μετακίνηση καθαρίζοντας στο τέλος και την τσάντα, είτε να ξεκινήσει τη μετακίνηση της μπανάνας από τον καναπέ στο τραπέζι, να καθαρίσει το ενδιάμεσο μονοπάτι και να τερματίσει την μετακίνηση. Φυσικά, θα μπορούσε ενδεχομένως να καθαρίσει πρώτα τα πλακάκια με σκόνη και μετά να κάνει οποιαδήποτε ενέργεια, ωστόσο θεωρούμε με βάση και την ευριστική μας πως κάτι τέτοιο δεν είναι βέλτιστο, οπότε δεν υπάρχει και η ανάλογη κίνηση.

Άσκηση 3:

Αρχικά μας δίνεται ο εξής πίνακας δεδομένων:

-	Class (C)	Class Fail (CF)
Lab (L)	210	40
Lab Fail (LF)	10	30
Project (P)	160	20
Project Fail (PF)	60	50

Μας ενδιαφέρει να σχεδιάσουμε έναν ταξινομητή Naive Bayes όπου θα προβλέπει εάν ένας φοιτητής θα περάσει ένα μάθημα ή όχι με βάση την επιτυχία του στο εργαστήριο (Lab - Lab Fail) και στις εργασίες (Project - Project Fail).

Έχουμε δύο κλάσεις, την Class (C), όπου περνάει το μάθημα και την Class Fail (CF), όπου δεν περνάει το μάθημα.

$$P(C) = 220/290 = 0.758$$

$$P(CF) = 70/290 = 0.241$$

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την πιθανότητα κάθε ενδεχομένου για κάθε κλάση:

$$P(L|C) = 210/220 = 0.954$$

$$P(L|CF) = 40/70 = 0.571$$

$$P(LF|C) = 10/220 = 0.045$$

$$P(LF|CF) = 30/70 = 0.428$$

$$P(P|C) = 160/220 = 0.727$$

$$P(P|CF) = 20/70 = 0.285$$

$$P(PF|C) = 60/220 = 0.272$$

$$P(PF|CF) = 50/70 = 0.714$$

Με βάση τις συνθήκες του φοιτητή που θέλουμε να ταξινομήσουμε κάθε φορά, έστω Y και Z , υπολογίζουμε την ανάλογη πιθανότητα $P(X|Y \wedge Z)$, να ανήκει σε μία από τις δύο κλάσεις του προβλήματος, έστω X , όπως υποδεικνύει το εξής γενικό μοντέλο:

$$P(X|Y \wedge Z) = [P(X) \cdot P(Y \wedge Z|X)] / [P(X) \cdot P(Y \wedge Z|X) + P(X') \cdot P(Y \wedge Z|X')] = \\ [P(X) \cdot P(Y|X) \cdot P(Z|X)] / [P(X) \cdot P(Y|X) \cdot P(Z|X) + P(X') \cdot P(Y|X') \cdot P(Z|X')]$$

Εάν έπειτα από τον υπολογισμό της πιθανότητας, αυτή βρεθεί $\geq 50\%$ τότε μπορούμε να πούμε ότι ο φοιτητής που ανήκει στο σύνολο Y και στο σύνολο Z προβλέπεται να ανήκει και στην κλάση X , ειδικά τον κατατάσσουμε στην κλάση X' .

Για παράδειγμα, θα βρούμε την πιθανότητα ένας φοιτητής να περάσει το μάθημα δεδομένου ότι έχει περάσει το εργαστήριο και τις ασκήσεις:

$$P(C|L \wedge P) = [P(C) \cdot P(L|C) \cdot P(P|C)] / [P(C) \cdot P(L|C) \cdot P(P|C) + P(CF) \cdot P(L|CF) \cdot P(P|CF)] = \\ [0.758 \cdot 0.954 \cdot 0.727] / [0.758 \cdot 0.954 \cdot 0.727 + 0.241 \cdot 0.571 \cdot 0.285] = \\ 0.525716964 / [0.525716964 + 0.039219135] = 0.525716964 / 0.564936099 = 0.9305$$

Άρα, αφού έχουμε πιθανότητα $93\% \geq 50\%$ ο φοιτητής κατατάσσεται σε αυτούς που προβλέπεται να περάσουν το μάθημα.