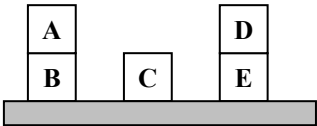

Έστω το παρακάτω στιγμιότυπο από τον κόσμο των κύβων.



Στόχος είναι να τοποθετηθεί ο κύβος C πάνω στον κύβο B και ο κύβος E πάνω στον κύβο C. Δεν μας ενδιαφέρει η θέση των κύβων A και D στην τελική κατάσταση.

Για την περιγραφή του κόσμου των κύβων χρησιμοποιούμε τα εξής κατηγορήματα:

On(x,y): Ο κύβος x είναι πάνω στον κύβο y.

On_table(x): Ο κύβος x βρίσκεται πάνω στο τραπέζι.

Clear(x): Ο κύβος x έχει ελεύθερη την πάνω έδρα του.

Οι διαθέσιμες ενέργειες είναι οι εξής:

Move(x,y,z): Μετακίνηση του κύβου x από τον κύβο y στον κύβο z.

Προϋποθέσεις: On(x,y), Clear(x), Clear(z)

Αποτελέσματα: $\neg$ On(x,y), On(x,z), Clear(y), $\neg$ Clear(z)

Move_from_table(x,y): Μετακίνηση του κύβου x από το τραπέζι πάνω στον κύβο y.

Προϋποθέσεις: On_table(x), Clear(x), Clear(y)

Αποτελέσματα: $\neg$ On_table(x), On(x,y), $\neg$ Clear(y)

Move_to_table(x,y): Μετακίνηση του κύβου x από τον κύβο y στον τραπέζι.

Προϋποθέσεις: On(x,y), Clear(x)

Αποτελέσματα: $\neg$ On(x,y), On_table(x), Clear(y)

Λύστε το πρόβλημα χρησιμοποιώντας προς τα πίσω αναζήτηση στο χώρο των καταστάσεων (οπισθοχώρηση). Θεωρείστε ότι έχετε στη διάθεση σας ευρετική συνάρτηση η οποία στο συγκεκριμένο πρόβλημα σας υποδεικνύει να επιλέγετε πάντα τη βέλτιστη ενέργεια.

Απάντηση:

Στο σχεδιασμό με οπισθοχώρηση κατασκευάζουμε ένα γραμμικό πλάνο, ξεκινώντας από τους στόχους και προσθέτοντας μία-μία τις ενέργειες με σειρά αντίστροφη χρονολογική. Η ενέργεια που προστίθεται κάθε φορά θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να προσθέτει ένα (ή περισσότερα) από τα γεγονότα του τρέχοντος συνόλου στόχων χωρίς ταυτόχρονα να διαγράφει κάποιο άλλο. Ο στόχος στο συγκεκριμένο πρόβλημα είναι το σύνολο των γεγονότων:

$$\text{Goal} = \{\text{On}(C,B), \text{On}(E,C)\}$$

ενώ η αρχική κατάσταση είναι η:

$$\text{Initial} = \{\text{On}(A,B), \text{Clear}(A), \text{On_table}(B), \text{On_table}(C), \text{Clear}(C), \text{On}(D,E), \text{Clear}(D), \text{On_table}(E)\}$$

Επιλέγουμε να προσθέσουμε στο πλάνο την ενέργεια:

Move_from_table(E,C): Μετακίνηση του κύβου E από το τραπέζι πάνω στον κύβο C.

Προϋποθέσεις: On_table(E), Clear(E), Clear(C)

Αποτελέσματα: $\neg$ On_table(E), On(E,C), $\neg$ Clear(C)

Η παραπάνω ενέργεια πετυχαίνει το On(E,C), χωρίς να διαγράφει κάποιον άλλο στόχο. Το νέο σύνολο στόχων προκύπτει αν αφαιρέσουμε από το προηγούμενο σύνολο στόχων όσα λεκτικά πετυχαίνει η ενέργεια και προσθέσουμε τα λεκτικά των προϋποθέσεων της ενέργειας. Έτσι το νέο σύνολο στόχων είναι το εξής:

$$\text{Goal}_1 = \{\text{On}(C,B), \text{On_table}(E), \text{Clear}(E), \text{Clear}(C)\}$$

Στη συνέχεια επιλέγουμε να προσθέσουμε στο πλάνο την ενέργεια:

Move_to_table(D,E): Μετακίνηση του κύβου D από τον κύβο E στον τραπέζι.

Προϋποθέσεις: On(D,E), Clear(D)

Αποτελέσματα: $\neg$ On(D,E), On_table(D), Clear(E)

Η παραπάνω ενέργεια πετυχαίνει το Clear(E), χωρίς να διαγράφει κάποιον άλλο στόχο. Το νέο σύνολο στόχων προκύπτει αν αφαιρέσουμε από το προηγούμενο σύνολο στόχων όσα λεκτικά

πετυχαίνει η ενέργεια και προσθέσουμε τα λεκτικά των προϋποθέσεων της ενέργειας. Έτσι το νέο σύνολο στόχων είναι το εξής:

$$\text{Goal}_2 = \{\text{On}(\text{C}, \text{B}), \text{On_table}(\text{E}), \text{Clear}(\text{C}), \text{On}(\text{D}, \text{E}), \text{Clear}(\text{D})\}$$

Στη συνέχεια επιλέγουμε να προσθέσουμε στο πλάνο την ενέργεια:

Move_from_table(C,B): Μετακίνηση του κύβου C από το τραπέζι πάνω στον κύβο B.

Προϋποθέσεις: $\text{On_table}(\text{C}), \text{Clear}(\text{C}), \text{Clear}(\text{B})$

Αποτελέσματα: $\neg \text{On_table}(\text{C}), \text{On}(\text{C}, \text{B}), \neg \text{Clear}(\text{B})$

Η παραπάνω ενέργεια πετυχαίνει το $\text{On}(\text{C}, \text{B})$, χωρίς να διαγράφει κάποιον άλλο στόχο. Το νέο σύνολο στόχων προκύπτει αν αφαιρέσουμε από το προηγούμενο σύνολο στόχων όσα λεκτικά πετυχαίνει η ενέργεια και προσθέσουμε τα λεκτικά των προϋποθέσεων της ενέργειας. Έτσι το νέο σύνολο στόχων είναι το εξής:

$$\text{Goal}_3 = \{\text{On_table}(\text{E}), \text{Clear}(\text{C}), \text{On}(\text{D}, \text{E}), \text{Clear}(\text{D}), \text{On_table}(\text{C}), \text{Clear}(\text{C}), \text{Clear}(\text{B})\}$$

Στη συνέχεια επιλέγουμε να προσθέσουμε στο πλάνο την ενέργεια:

Move_to_table(A,B): Μετακίνηση του κύβου A από τον κύβο B στον τραπέζι.

Προϋποθέσεις: $\text{On}(\text{A}, \text{B}), \text{Clear}(\text{A})$

Αποτελέσματα: $\neg \text{On}(\text{A}, \text{B}), \text{On_table}(\text{A}), \text{Clear}(\text{B})$

Η παραπάνω ενέργεια πετυχαίνει το $\text{Clear}(\text{B})$, χωρίς να διαγράφει κάποιον άλλο στόχο. Το νέο σύνολο στόχων προκύπτει αν αφαιρέσουμε από το προηγούμενο σύνολο στόχων όσα λεκτικά πετυχαίνει η ενέργεια και προσθέσουμε τα λεκτικά των προϋποθέσεων της ενέργειας. Έτσι το νέο σύνολο στόχων είναι το εξής:

$$\text{Goal}_4 = \{\text{On_table}(\text{E}), \text{Clear}(\text{C}), \text{On}(\text{D}, \text{E}), \text{Clear}(\text{D}), \text{On_table}(\text{C}), \text{Clear}(\text{C}), \text{On}(\text{A}, \text{B}), \text{Clear}(\text{A})\}$$

Το παραπάνω σύνολο στόχων είναι υποσύνολο της αρχικής κατάστασης, άρα το πρόβλημα έχει λυθεί. Το πλάνο το οποίο βρέθηκε τελικά είναι το:

Move_to_table(A,B)

Move_from_table(C,B)

Move_to_table(D,E)

Move_from_table(E,C)