Προσέγγιση Διακριτού Προβλήματος Σακιδίου

ΕΛΛΑΔΑ 2008
Ανάπτυξη παντού. Ανάπτυξη για όλους.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου

- Υπάρχουν n διαφορετικά αντικείμενα με αξία c_i και βάρος a_i

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου

- Υπάρχουν n διαφορετικά αντικείμενα με αξία c_i και βάρος a_i
- Διαθέτουμε έναν σάκο που αντέχει συνολικό μέγιστο φορτίο b

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου

- Υπάρχουν n διαφορετικά αντικείμενα με αξία c_i και βάρος a_i
- Διαθέτουμε έναν σάκο που αντέχει συνολικό μέγιστο φορτίο b
- Σκοπός μας είναι να βρούμε ποια αντικείμενα θα τοποθετήσουμε στο σάκο χωρίς να υπερβούμε το μέγιστο συνολικό φορτίο και μεγιστοποιώντας την συνολική αξία

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Γραμμικό πρόβλημα

$$x_j \begin{cases} 1 & \text{αν } x_i \in s_j \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Γραμμικό πρόβλημα

$$x_j \begin{cases} 1 & \text{αν } x_i \in s_j \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

$$\max z = \sum_{i=1}^{n} c_i x_i$$

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^{n} a_i x_i \leq b$$

$$x_i \in \{0, 1\}$$

Input: Σύνολο αντικειμένων A,Βάρη a_i, Κόστη c_i, μέγιστο φορτίο b

Output: Υποσύνολο αντικειμένων $S \subseteq A$

Κατάταξε τα αντικείμενα σύμφωνα με την ποσότητα $\frac{a_i}{c_i}$ σε φθήνουσα σειρά

$S \leftarrow \emptyset$

for $i = 1$ έως n **do**

  if $b \geq a_i$ **then**

    $S \leftarrow S \cup \{i\}$

    $b \leftarrow b - a_i$

  end if

end for

return S

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Παράδειγμα

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Παράδειγμα

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$
- Αξίες $c_1 = 2$, $c_2 = k$, $c_3 = k$
  Βάρη $a_1 = 1$, $a_2 = k$, $a_3 = k$
  μέγιστο φορτίο k

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Παράδειγμα

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$
- Αξίες $c_1 = 2$, $c_2 = k$, $c_3 = k$
  Βάρη $a_1 = 1$, $a_2 = k$, $a_3 = k$
  μέγιστο φορτίο k

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Παράδειγμα

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$
- Αξίες $c_1 = 2$, $c_2 = k$, $c_3 = k$
  Βάρη $a_1 = 1$, $a_2 = k$, $a_3 = k$
  μέγιστο φορτίο k
- Κατάταξη $\frac{2}{1} > \frac{k}{k} = \frac{k}{k}$
  Επιλογή πρώτα του αντικειμένου 1 όπου ο αλγόριθμος σταματά αφού κανένα άλλο αντικείμενο δε χωρά επιπλέον. Συνολική αξία 2

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$
- Αξίες $c_1 = 2$, $c_2 = k$, $c_3 = k$
  Βάρη $a_1 = 1$, $a_2 = k$, $a_3 = k$
  μέγιστο φορτίο k
- Κατάταξη $\frac{2}{1} > \frac{k}{k} = \frac{k}{k}$
  Επιλογή πρώτα του αντικειμένου 1 όπου ο αλγόριθμος σταματά αφού κανένα άλλο αντικείμενο δε χωρά επιπλέον. Συνολική αξία 2
- Η βέλτιστη λύση είναι η επιλογή ενός από τα αντικείμενα 2, 3 με συνολική αξία k

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Διακριτό Πρόβλημα Σακιδίου - Παράδειγμα

- Τρία αντικείμενα $\{1, 2, 3\}$
- Αξίες $c_1 = 2$, $c_2 = k$, $c_3 = k$
  Βάρη $a_1 = 1$, $a_2 = k$, $a_3 = k$
  μέγιστο φορτίο k
- Κατάταξη $\frac{2}{1} > \frac{k}{k} = \frac{k}{k}$
  Επιλογή πρώτα του αντικειμένου 1 όπου ο αλγόριθμος σταματά αφού κανένα άλλο αντικείμενο δε χωρά επιπλέον. Συνολική αξία 2
- Η βέλτιστη λύση είναι η επιλογή ενός από τα αντικείμενα 2, 3 με συνολική αξία k
- Δεν φράσσεται ο προσεγγιστικός λόγος!

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U
- Ένα βάρος a_i για κάθε αντικείμενο $i \in U$

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U
- Ένα βάρος a_i για κάθε αντικείμενο $i \in U$
- Μέγιστο φορτίο κάθε κάδου B

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U
- Ένα βάρος a_i για κάθε αντικείμενο $i \in U$
- Μέγιστο φορτίο κάθε κάδου B
- Μια λύση είναι μια διαμέριση $U_1, U_2, \ldots, U_m$ των αντικειμένων του U τέτοια ώστε $\sum_{i \in U_j} a_i \leq B$ για $j = 1, \ldots, m$

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U
- Ένα βάρος a_i για κάθε αντικείμενο $i \in U$
- Μέγιστο φορτίο κάθε κάδου B
- Μια λύση είναι μια διαμέριση $U_1, U_2, \ldots, U_m$ των αντικειμένων του U τέτοια ώστε $\sum_{i \in U_j} a_i \leq B$ για $j = 1, \ldots, m$
- Σκοπός μας είναι να ελαχιστοποιήσουμε των αριθμό m των συνόλων της διαμέρισης

Πακετάρισμα Κάδων (Bin Packing)

- Σύνολο αντικειμένων U
- Ένα βάρος a_i για κάθε αντικείμενο $i \in U$
- Μέγιστο φορτίο κάθε κάδου B
- Μια λύση είναι μια διαμέριση $U_1, U_2, \ldots, U_m$ των αντικειμένων του U τέτοια ώστε $\sum_{i \in U_j} a_i \leq B$ για $j = 1, \ldots, m$
- Σκοπός μας είναι να ελαχιστοποιήσουμε των αριθμό m των συνόλων της διαμέρισης
- Το πρόβλημα επιδέχεται πολυωνυμικό αλγόριθμο επίλυσης αν θεωρήσουμε πως για κάθε αντικείμενο ισχύει $a_i > \frac{B}{3}$

- *m* ίδιοι επεξεργαστές

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - (Scheduling)

- m ίδιοι επεξεργαστές
- n ανεξάρτητες διεργασίες

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - (Scheduling)

- m ίδιοι επεξεργαστές
- n ανεξάρτητες διεργασίες
- Χρόνοι εκτέλεσης $t_1, t_2, \ldots, t_n$ για κάθε δουλεία

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - (Scheduling)

- m ίδιοι επεξεργαστές
- n ανεξάρτητες διεργασίες
- Χρόνοι εκτέλεσης $t_1, t_2, \ldots, t_n$ για κάθε δουλεία
- Θεωρούμε πως μια διεργασία από την στιγμή που εκκινήσει πρέπει να παραμείνει για τον υπόλοιπο χρόνο εκτέλεσής της καθώς και πως κάθε επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί μονάχα μια διεργασία τη φορά

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

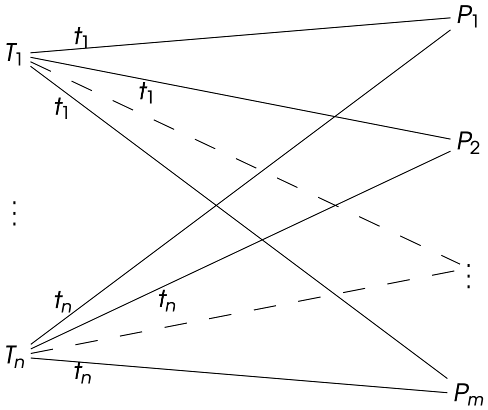
Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - (Scheduling)

- m ίδιοι επεξεργαστές
- n ανεξάρτητες διεργασίες
- Χρόνοι εκτέλεσης $t_1, t_2, \ldots, t_n$ για κάθε δουλεία
- Θεωρούμε πως μια διεργασία από την στιγμή που εκκινήσει πρέπει να παραμείνει για τον υπόλοιπο χρόνο εκτέλεσής της καθώς και πως κάθε επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί μονάχα μια διεργασία τη φορά
- Σκοπός μας είναι μια ανάθεση δουλειών σε μηχανές που ελαχιστοποιεί τον χρόνο τερματισμού του τελευταίου επεξεργαστή

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - (Scheduling)

- m ίδιοι επεξεργαστές
- n ανεξάρτητες διεργασίες
- Χρόνοι εκτέλεσης $t_1, t_2, \ldots, t_n$ για κάθε δουλεία
- Θεωρούμε πως μια διεργασία από την στιγμή που εκκινήσει πρέπει να παραμείνει για τον υπόλοιπο χρόνο εκτέλεσής της καθώς και πως κάθε επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί μονάχα μια διεργασία τη φορά
- Σκοπός μας είναι μια ανάθεση δουλειών σε μηχανές που ελαχιστοποιεί τον χρόνο τερματισμού του τελευταίου επεξεργαστή
- Το πρόβλημα είναι NP-complete ακόμη και στην περίπτωση δύο επεξεργαστών $m = 2$

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης


T_1
t_1
t_1
t_1
T_n
t_n
t_n
t_n
P_1
P_2
P_m

$$x_{ij} \begin{cases} 1 & \text{αν } x_i \in s_j \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - Γραμμικό πρόβλημα

$$x_{ij} \begin{cases} 1 & \text{αν } x_i \in s_j \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

$$\max z = C_{max}$$

$$s.t. \qquad \sum_{i=1}^{n} t_i x_{ij} \leq C_{max}$$

$$x_i \in \{0, 1\}$$

- **for** $i = 1$έως n **do**

  Ανάθεσε την διεργασία i στον επεξεργαστή με το μικρότερο φορτίο

  end for

Πρόβλημα χρονοπρογραμματισμού - Άπλειστος Αλγόριθμος

- **for** $i = 1$έως n **do**

  Ανάθεσε την διεργασία i στον επεξεργαστή με το μικρότερο φορτίο

  end for

- π.χ. $n = 12, m = 4$

$L = \left\{ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 8 & 10 & 12 & 11 \\ \hline 7 & 5 & 9 & 6 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline \end{array} \right.$

- **for** $i = 1$έως n **do**

  Ανάθεσε την διεργασία i στον επεξεργαστή με το μικρότερο φορτίο

  end for

- π.χ. $n = 12, m = 4$

$$L = \left\{ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 8 & 10 & 12 & 11 \\ \hline 7 & 5 & 9 & 6 \\ \hline 1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline \end{array} \right.$$

- Προσεγγιστικός λόγος $\rho \leq 2 - \frac{1}{m}$

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$
- Υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$
- Υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$
- Μια λύση είναι ένα δένδρο $T(V', E')$ τέτοιο ώστε $M \subseteq V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$
- Υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$
- Μια λύση είναι ένα δένδρο $T(V', E')$ τέτοιο ώστε $M \subseteq V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$
- Σκοπός μας είναι η ελαχιστοποίηση του $w(E')$

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$
- Υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$
- Μια λύση είναι ένα δένδρο $T(V', E')$ τέτοιο ώστε $M \subseteq V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$
- Σκοπός μας είναι η ελαχιστοποίηση του $w(E')$
- Περιπτώσεις $|M| = 2$, $M = V$ επιδέχονται πολυωνυμικό χρόνο επίλυσης

Δένδρο Steiner

- Γράφος $G(V, E, w)$
- Υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$
- Μια λύση είναι ένα δένδρο $T(V', E')$ τέτοιο ώστε $M \subseteq V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$
- Σκοπός μας είναι η ελαχιστοποίηση του $w(E')$
- Περιπτώσεις $|M| = 2$, $M = V$ επιδέχονται πολυωνυμικό χρόνο επίλυσης
- Διαφορετικά το πρόβλημα είναι NP-hard !

Input: Γράφος $G(V, E, w)$, υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$
Output: Δένδρο T_{DNH} που εμπεριέχει κάθε κόμβο $v_m \in M$

Κατασκεύασε ένα πλήρη γράφο $G^a(M, E^a, w^a)$ όπου $w^a([u, v])$ ισούται με το κόστος του ελάχιστου μονοπατιού που συνδέει τους κόμβους u και v στον γράφο G

Βρες το ελάχιστο δένδρο επικάλυψης T_1 του γράφου G^a

Αντικατάστησε κάθε ακμή $e \in T_1$ με το ελάχιστο μονοπάτι στο G δημιουργώντας έτσι τον γράφο G^b

Βρες το ελάχιστο δένδρο επικάλυψης T_2 του γράφου G^b

$T_{DNH} \leftarrow T_2$

while Υπάρχει κόμβος v στο δένδρο T_{DNH} που $v \notin M$ με βαθμό ίσο με ένα **do**

  $T_{DNH} \leftarrow T_{DNH} - v$

end while

Input: Γράφος $G(V, E, w)$, υποσύνολο κόμβων $M \subseteq V$

Output: Δένδρο T_{DNH} που εμπεριέχει κάθε κόμβο $v_m \in M$

Κατασκεύασε ένα πλήρη γράφο $G^a(M, E^a, w^a)$ όπου $w^a([u, v])$ ισούται με το κόστος του ελάχιστου μονοπατιού που συνδέει τους κόμβους u και v στον γράφο G

Βρες το ελάχιστο δένδρο επικάλυψης T_1 του γράφου G^a

Αντικατάστησε κάθε ακμή $e \in T_1$ με το ελάχιστο μονοπάτι στο G δημιουργώντας έτσι τον γράφο G^b

Βρες το ελάχιστο δένδρο επικάλυψης T_2 του γράφου G^b

$T_{DNH} \leftarrow T_2$

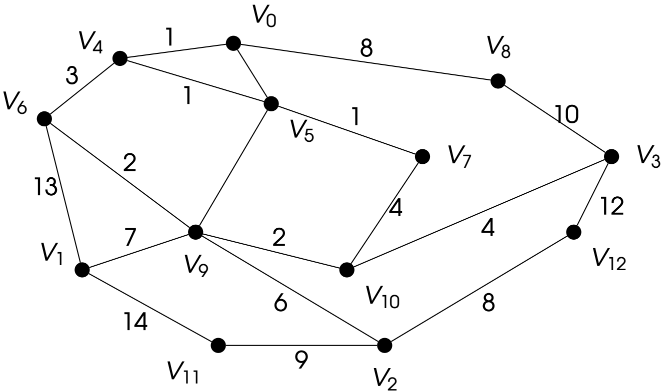
while Υπάρχει κόμβος v στο δένδρο T_{DNH} που $v \notin M$ με βαθμό ίσο με ένα **do**

  $T_{DNH} \leftarrow T_{DNH} - v$

end while

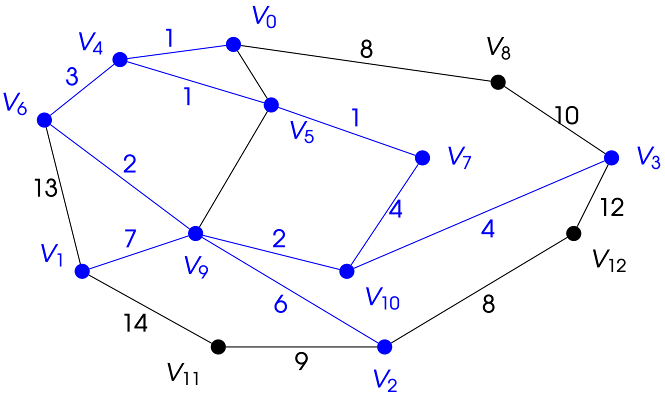
Χρονική Πολυπλοκότητα : $O(M|V|^2)$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



$$M = \{V_0, V_1, V_2, V_3\}$$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα

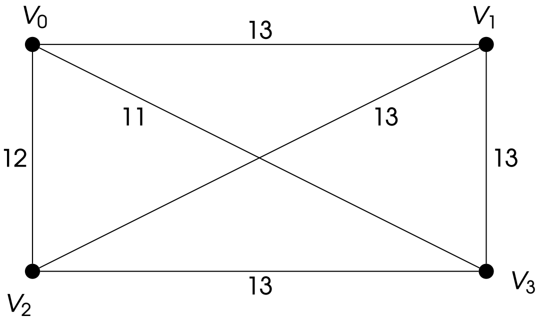


Κατασκευή G^a

$w^a(0,1) = 13,\ w^a(0,2) = 12,\ w^a(0,1) = 11$

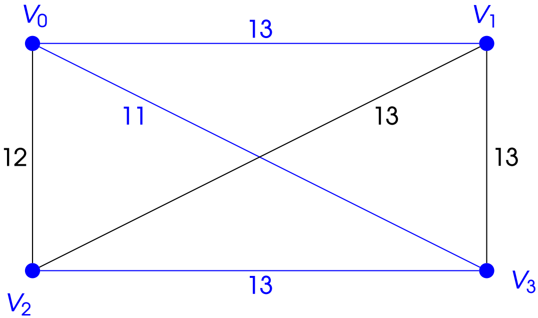
$w^a(1,2) = 13,\ w^a(1,3) = 13,\ w^a(2,3) = 12$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



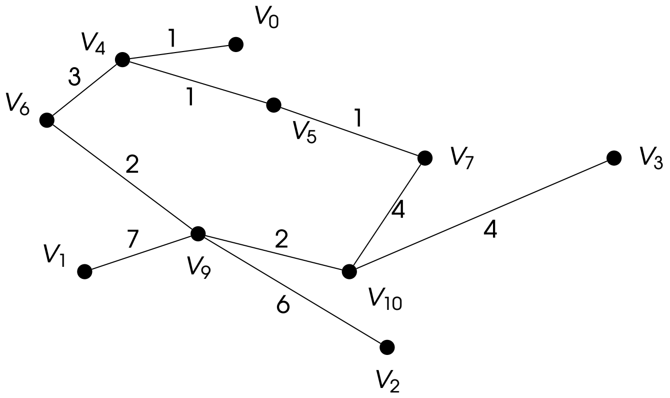
Γράφος G^a

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



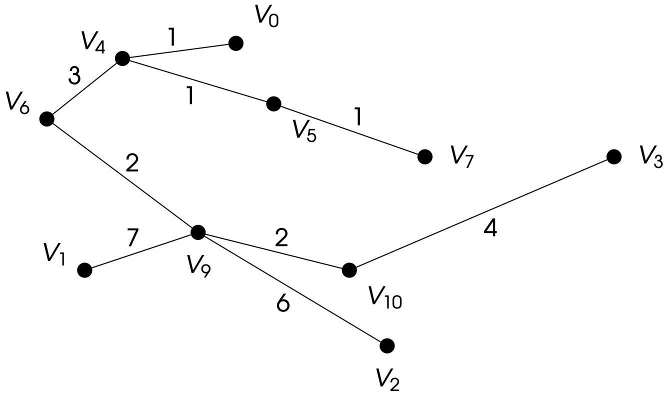
Ελάχιστο δένδρο επικάλυψης $T_1 = T^*(G^a)$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



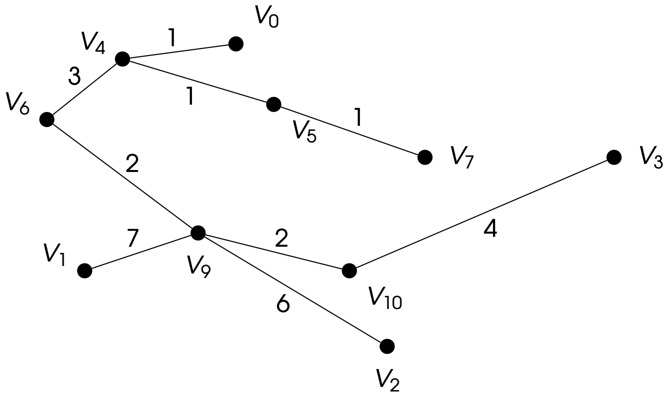
Γράφος G^b

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



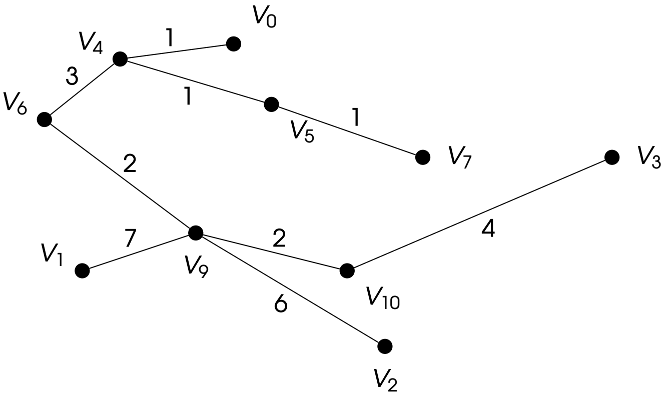
Ελάχιστο δένδρο επικάλυψης $T_2 = T^*(G^b)$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



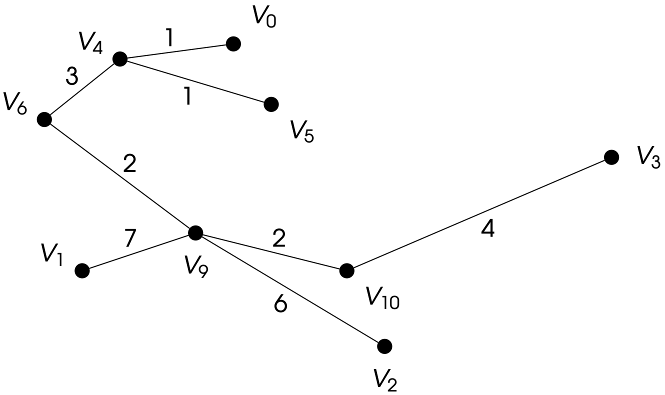
$d(V_4) = 2, d(V_5) = 2, d(V_6) = 2$
$d(V_7) = 1, d(V_9) = 2, d(V_10) = 2$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



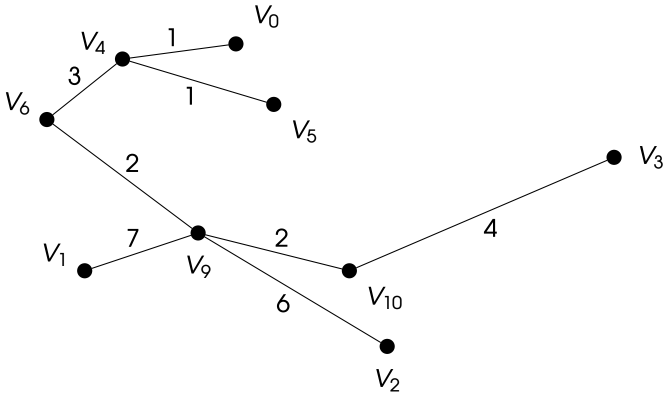
$d(V_4) = 2$, $d(V_5) = 2$, $d(V_6) = 2$
$\mathbf{d(V_7) = 1}$, $d(V_9) = 2$, $d(V_10) = 2$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



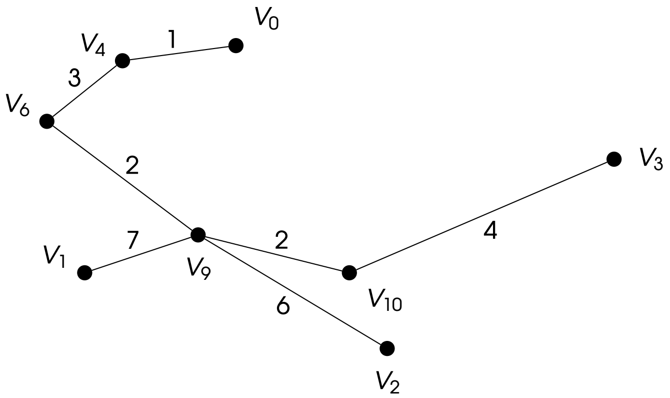
$d(V_4) = 2, d(V_5) = 2, d(V_6) = 2$
$d(V_9) = 2, d(V_10) = 2$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



$d(V_4) = 2$, $\mathbf{d(V_5) = 2}$, $d(V_6) = 2$
$d(V_9) = 2$, $d(V_10) = 2$

Distance Network Heuristic- Παράδειγμα



$d(V_4) = 2, , d(V_6) = 2$
$d(V_9) = 2, d(V_10) = 2$
Δένδρο T_{DNH}