

Ασκήσεις μελέτης της 14^{ης} διάλεξης

14.1. Στο παράδειγμα χρήσης του Αλγορίθμου Απαλοιφής Υποψηφίων της 14^{ης} διάλεξης (βλ. σχήμα δεξιά), θεωρήστε ότι υπάρχει ένα ακόμα, έκτο παράδειγμα εκπαίδευσης:

(Υψηλές, Υψηλό, Ναι): **μη δώσεις.**

Εξηγήστε αναλυτικά πώς θα μεταβληθούν τα G και S κατά την επεξεργασία του έκτου παραδείγματος εκπαίδευσης. Τι πρόβλημα προκύπτει; Ήταν αναμενόμενο και γιατί;



22

Απάντηση: Αφαιρούμε πρώτα από το S τις υποθέσεις που είναι ασυνεπείς με το νέο παράδειγμα. Η υπόθεση $(X, Υψηλό, ΝΑΙ)$ είναι ασυνεπής με το νέο παράδειγμα, αφού δίνει δάνειο στον πελάτη του έκτου παραδείγματος, ενώ δεν θα έπρεπε. Άρα την αφαιρούμε και έχουμε πλέον $S = \{\}$.

Αφαιρούμε κατόπιν από το G τις υποθέσεις που είναι ασυνεπείς με το νέο παράδειγμα. Η μοναδική υπόθεση του G είναι ασυνεπής με το νέο παράδειγμα. Επομένως, έχουμε πλέον $G = \{\}$. Θα πρέπει επίσης να προσθέσουμε στο G κάθε ελάχιστη ειδικευση της υπόθεσης που αφαιρέσαμε η οποία (i) είναι συνεπής με το νέο παράδειγμα και (ii) είναι γενικότερη ή ίδια με μια υπόθεση του S , αλλά αφού το S είναι πλέον κενό, δεν υπάρχει καμία υπόθεση που να ικανοποιεί τη συνθήκη (ii). Άρα παραμένει $G = \{\}$.

Καταλήγουμε, επομένως, σε $S = G = \{\}$, δηλαδή δεν επιλέγουμε κατά τη μάθηση καμία υπόθεση του χώρου αναζήτησης. Αυτό είναι αναμενόμενο, γιατί το έκτο παράδειγμα είναι ασυνεπές με το πρώτο και γνωρίζουμε ότι με ασυνεπή παραδείγματα εκπαίδευσης, ο ΑΑΥ καταλήγει σε $S = G = \{\}$.

14.2. [Προαιρετική μελέτη] Εξηγήστε αναλυτικότερα πώς ο αλγόριθμος FOIL (βλ. διαφάνειες 33–35) θα μπορούσε να μάθει τις τέσσερις προτάσεις Horn για το GrandParent (GP) της διαφάνειας 32 από το παρακάτω υποσύνολο δεδομένων της διαφάνειας 31.

Περιγραφές παραδειγμάτων εκπαίδευσης:

- Πατέρας(Φίλιππος, Κάρολος)
- Πατέρας(Φίλιππος, Άννα)
- Μητέρα(Ελισάβετ, Κάρολος)
- Μητέρα(Ελισάβετ, Άννα)
- Πατέρας(Κάρολος, Γουίλιαμ)
- Πατέρας(Κάρολος, Χάρυ)
- Μητέρα(Νταϊάνα, Γουίλιαμ)
- Μητέρα(Νταϊάνα, Χάρυ)
- Πατέρας(Μάρκος, Πέτρος)
- Πατέρας(Μάρκος, Ζάρα)
- Μητέρα(Άννα, Πέτρος)
- Μητέρα(Άννα, Ζάρα)

Θετικά παραδείγματα εκπαίδευσης:

1. GP(Φίλιππος, Γουίλιαμ)
2. GP(Φίλιππος, Χάρυ)
3. GP(Φίλιππος, Πέτρος)
4. GP(Φίλιππος, Ζάρα)
5. GP(Ελισάβετ, Γουίλιαμ)
6. GP(Ελισάβετ, Χάρυ)
7. GP(Ελισάβετ, Πέτρος)
8. GP(Ελισάβετ, Ζάρα)

Αρνητικά παραδείγματα εκπαίδευσης:

Όλοι οι υπόλοιποι συνδυασμοί ζευγών σταθερών, π.χ:

not GP(Φίλιππος, Φίλιππος)

not GP(Φίλιππος, Κάρολος)

...

Απάντηση: Ξεκινάμε από την αρχική πρόταση Horn:

$GP(x, y) \leq True$

η οποία, όμως, είναι ασυνεπής π.χ. με το not GP(Φίλιππος, Φίλιππος).

Ειδικεύουμε π.χ. προσθέτοντας τη συνθήκη Πατέρας(x, z), οπότε λαμβάνουμε τη νέα πρόταση Horn:

$GP(x, y) \leq Πατέρας(x, z)$

που είναι όμως πάλι ασυνεπής π.χ. με το not GP(Φίλιππος, Κάρολος).

Ειδικεύουμε περαιτέρω π.χ. δοκιμάζοντας την πρόταση:

$GP(x, y) \leq Πατέρας(x, z) \text{ and } Πατέρας(z, r)$

που είναι πάλι ασυνεπής π.χ. με το not GP(Φίλιππος, Κάρολος), γιατί για $\{x/Φίλιππος, y/Κάρολος, z/y, r/Γουίλιαμ\}$ παράγει το συμπέρασμα GP(Φίλιππος, Κάρολος).

Δοκιμάζουμε την ελαφρά διαφορετική ειδίκευση:

(i) $GP(x, y) \leq Πατέρας(x, z) \text{ and } Πατέρας(z, y)$

η οποία είναι συνεπής με όλα τα αρνητικά παραδείγματα και καλύπτει τα θετικά παραδείγματα 1, 2

Κρατάμε την πρόταση Horn (i) και ξεκινάμε να φτιάχνουμε νέα:

$GP(x, y) \leq True$

Ειδικεύουμε π.χ. πηγαίνοντας πάλι στην πρόταση Horn:

$GP(x, y) \leq Πατέρας(x, z)$

που είναι πάλι ασυνεπής π.χ. με το not GP(Φίλιππος, Φίλιππος).

Αυτή τη φορά, ακόμα και αν καταλήξουμε να δοκιμάσουμε στη συνέχεια την (i), δεν την κρατάμε, γιατί δεν καλύπτει κανένα από τα θετικά παραδείγματα που έχουν απομείνει ακάλυπτα (τα 3–8).

Έχοντας μια καλή ευρετική να μας καθοδηγεί, ειδικεύουμε στη συνέχεια ως εξής:

(ii) $GP(x, y) \Leftarrow Πατέρας(x, z) \text{ and Μητέρα}(z, y)$

που είναι συνεπής με όλα τα αρνητικά παραδείγματα και καλύπτει τα θετικά 3, 4.

Κρατάμε την πρόταση Horn (ii) και ξεκινάμε να φτιάχνουμε νέα.

Καταλήγουμε ομοίως τελικά να έχουμε φτιάξει και κρατήσει τις (iii), (iv):

(iii) $GP(x, y) \Leftarrow Μητέρα(x, z) \text{ and Μητέρα}(z, y)$

(iv) $GP(x, y) \Leftarrow Μητέρα(x, z) \text{ and Πατέρας}(z, y)$

που καλύπτουν τα υπόλοιπα θετικά παραδείγματα.

Ουσιαστικά, δηλαδή, μάθαμε αυτόματα το πρόγραμμα Prolog:

```
gp(X, Y) :- father(X, Z), father(Z, Y).
```

```
gp(X, Y) :- father(X, Z), mother(Z, Y).
```

```
gp(X, Y) :- mother(X, Z), mother(Z, Y).
```

```
gp(X, Y) :- mother(X, Z), father(Z, Y).
```