Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός

(πολλές από τις διαφάνειες για Μη-Μονοτονικό Συμπερασμό βασίζονται σε υλικό του Jim Delgrande)

Πολλές φορές η πληροφορία που θέλουμε να καταγράψουμε σε μια βάση γνώσης αφορά γενικές παρατηρήσεις που ωστόσο δεν αποδίδονται σωστά με την χρήση καθολικού ποσοδείκτη. Για παράδειγμα η πληροφορία «κατά κανόνα τα πουλιά πετούν» δεν αναπαρίσταται σωστά από τον τύπο $\forall x(bird(x) \Rightarrow flies(x))$ (για παράδειγμα, οι νεοσσοί δεν πετούν, οι πιγκουίνοι δεν πετούν, κλπ).

Για τις περισσότερες γενικές πληροφορίες στον πραγματικό κόσμο υπάρχουν εξαιρέσεις. Επομένως χρειάζεται μια επέκταση της κατηγορηματικής λογικής που θα επιτρέπει την παραγωγή συμπερασμού από τέτοιου είδους γενικές (μη-καθολικές) πληροφορίες.

<u>Παραδείγματα</u>:

Τα πουλιά πετούν (κατά κανόνα).
Οι πιγκουίνοι είναι πουλιά αλλά δεν πετούν.
Ο Tweety είναι πουλί
Ο Tweety είναι πιγκουίνος.

~~Ο Tweety πετάει~~ Ο Tweety δεν πετάει.

Στην δουλειά ο Γιάννης συνήθως πάει για καφέ στις 10.00πμ.
Ο Γιάννης δουλεύει τις καθημερινές.

Την Δευτέρα ο Γιάννης θα πάει για καφέ στις 10.00πμ

Αρχικά ο κύβος a είναι πάνω στον b.
Εκτελείται η ενέργεια move(c,d).

Ο κύβος a παραμένει πάνω στον b.

Μοντέλα vs Πληροφορία

Όσα **περισσότερα** είναι τα μοντέλα μιας βάσης γνώσεις, τόσο **λιγότερα** συμπεράσματα μπορούμε να εξάγουμε.

$$S = \left\{ \begin{array}{l} \{a, b, c\} \\ \cancel{\{a, b, \neg c\}} \\ \cancel{\{a, \neg b, c\}} \\ \cancel{\{a, \neg b, \neg c\}} \end{array} \right\} \models a, b, c$$

Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός (Συνέχεια)

Από την πρόταση «Τα P είναι συνήθως Q» και δεδομένου του P(a) θέλουμε να συμπεράνουμε Q(a), ***εκτός αν υπάρχουν σοβαροί λόγοι για το αντίθετο.***

Προσέγγιση μέσω κλασικής λογικής – απαριθμούμε τις εξαιρέσεις:

$$\forall x(P(x) \wedge \neg E_1(x) \wedge \neg E_2(x) \ldots \wedge \neg E_n(x) \Rightarrow Q(x))$$

- Πολλές και απρόβλεπτες εξαιρέσεις.
- Απαιτείται η απόδειξη της άρνησης όλων των εξαιρέσεων.

Παράδειγμα Μη-Μονοτονικής Προσέγγισης:

$\forall x(\mathrm{bird}(x) \wedge \neg \mathrm{abBird}(x) \Rightarrow \mathrm{flies}(x))$

$\forall x(\mathrm{penguin}(x) \Rightarrow \mathrm{bird}(x))$

$\forall x(\mathrm{penguin}(x) \Rightarrow \neg \mathrm{flies}(x))$

bird(Tweety)

$$S = \left\{ \begin{array}{l} \{ \mathrm{bird(Tweety)}, \mathrm{abBird}(x), \neg\mathrm{flies(Tweety)}, \neg\mathrm{penguin(Tweety)} \} \\ \{ \mathrm{bird(Tweety)}, \neg\mathrm{abBird}(x), \mathrm{flies(Tweety)}, \neg\mathrm{penguin(Tweety)} \} \\ \cancel{\{ \mathrm{bird(Tweety)}, \mathrm{abBird}(x), \neg\mathrm{flies(Tweety)}, \mathrm{penguin(Tweety)} \}} \end{array} \right\} \models \mathrm{bird(Tweety)}, \neg\mathrm{penguin(Tweety)}$$

Κλασικός vs Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός

- Στον κλασικό συμπερασμό η προσθήκη νέας πληροφορίας δεν ακυρώνει προηγούμενα συμπεράσματα (μονοτονικότητα).

$$\begin{array}{l} \forall x(\ Greek(x) \Rightarrow European(x)\ ) \\ Greek(Socrates) \\ Greek(Alexander) \end{array} \quad \models \quad European(Socrates),\ European(Alexander)$$

- Στον μη-μονοτονικό συμπερασμό η προσθήκη νέας πληροφορίας είναι πιθανό να ακυρώσει προηγούμενα συμπεράσματα.

$$\begin{array}{l} \forall x(\ bird(x) \land \neg abBird(x) \Rightarrow flies(x)\ ) \\ \forall x(\ penguin(x) \Rightarrow bird(x)\ ) \\ \forall x(\ penguin(x) \Rightarrow \neg flies(x)\ ) \\ bird(Tweety) \\ penguin(Tweety) \end{array} \quad \approx\!\!\models \quad \cancel{flies(Tweety)}$$

Προσεγγίσεις Μη-Μονοτονικού Συμπερασμού

- **Closed World Assumption**:
  Αν δεν μπορούμε να αποδείξουμε πως ένας ατομικός τύπος είναι αληθής, τότε υποθέτουμε πως είναι ψευδής. Π.χ αν δεν μπορούμε να αποδείξουμε abBird(Tweety), τότε υποθέτουμε ¬abBird(Tweety).

- **Default Logic**:
  Προσθήκη κανόνων της μορφής $\frac{\alpha:\beta}{\gamma}$ που διαισθητικά σημαίνει πως «αν μπορείς να αποδείξεις το α, και δεν μπορείς προκύπτει αντίφαση υποθέτοντας το β, τότε συμπεραίνεις το γ.

- **Circumscription**:
  Υποθέτουμε πως ένα κατηγόρημα ικανοποιείται από όσο γίνεται λιγότερα στοιχεία.
  Για παράδειγμα αν υιοθετήσουμε αυτή την υπόθεση για το κατηγόρημα abBrid στην βάση γνώσης
  $$\{ bird(Tweety),\ \forall x(bird(x) \land \neg abBird(x) \Rightarrow flies(x)) \}$$
  παίρνουμε το επιθυμητό συμπέρασμα flies(Tweety).

Ισχυρή Άρνηση σε ASP

Μπορούμε να υλοποιήσουμε την κλασική (ισχυρή) άρνηση σε ASP (μόνο) για ατομικούς τύπους.

Π.χ.

```
bird(tweety).
flies(X)  :-  bird(X), -penguin(X).
```

είναι ουσιαστικά ισοδύναμο με το

```
bird(tweety).
flies(X)  :-  bird(X), neg_penguin(X).
:-  penguin(X), neg_penguin(X).
```

Παρατηρήστε την διαφορά στο παραπάνω παράδειγμα μεταξύ

```
flies(X)  :-  bird(X), -penguin(X).
```

και

```
flies(X)  :-  bird(X), not penguin(X).
```

Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός σε ΑSP

Π =
```
bird(zippy).
bird(tweety).
-flies(zippy).
flies(X)  :-  bird(X), not –flies(X).
```

M = { bird(zippy), bird(tweety), flies(tweety) }

Π^M =
```
bird(zippy).
bird(tweety).
-flies(zippy).
flies(tweety)  :-  bird(tweety).
```

Π =
```
q(a).
r(a).
p(X) :- q(X), not -p(X).
-p(X)  :-  r(X), not p(X).
```

M = { p(a), q(a), r(a) }

Π^M =
```
q(a).
r(a).
p(a) :- q(a).
```

M = { q(a), r(a), -p(a) }

Π^M =
```
q(a).
r(a).
-p(a)  :-  r(a).
```

- Εύπιστη (credulous) Προσέγγιση: Επιλέγουμε τυχαία ένα answer set.
- Δύσπιστη (skeptical) Προσέγγιση: Πιστεύουμε μόνο ότι ισχύει σε όλα τα answer sets.

Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός σε ASP

Περισσότερα Παραδείγματα

Π =

```
penguin(zippy).
bird(X) :-penguin(X).
flies(X)  :-  bird(X), not –flies(X).
-flies(X) :- penguin(X), not flies(X).
```

Answer Sets:

M1 = { bird(zippy), penguin(zippy), flies(zippy) }

M2 = { bird(zippy), penguin(zippy), -flies(zippy) }

Π =

```
penguin(zippy).
bird(X) :-penguin(X).
flies(X)  :-  bird(X), not abBird(X).
-flies(X) :- penguin(X), not flies(X).
bird(Tweety).

abBird(X) :- penguin(X).
abBird(X) :- –flies(X).
```

Answer Sets:

M = { bird(zippy), penguin(zippy), abBird(zippy), -flies(zippy)

bird(Tweety), flies(Tweety) }

Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός σε ASP

Περισσότερα Παραδείγματα

Π =

```
penguin(zippy).
bird(X) :-penguin(X).
flies(X)  :-  bird(X), not abBird(X).
-flies(X) :- penguin(X), not flies(X).
bird(Tweety).
baby(Tweety).

abBird(X) :- penguin(X).
abBird(X) :- –flies(X).
abBird(X) :- baby(X).
```

Answer Sets:

M = { bird(zippy), penguin(zippy), abBird(zippy), -flies(zippy)

bird(Tweety), ~~flies(Tweety),~~ baby(Tweety), abBird(Tweety) }

Μη-Μονοτονικός Συμπερασμός σε ASP

Περισσότερα Παραδείγματα

Π =

```
penguin(zippy).
bird(X) :-penguin(X).
flies(X)  :-  bird(X), not abBird(X).
-flies(X) :- penguin(X), not abPeguin(X).
flies(X) :- penguin(X), veryFit(X), not –flies(X).
bird(Tweety).
baby(Tweety).
veryFit(zippy).

abPeguin(X) :- veryFit(X).
abPeguin(X) :- flies(X).
abBird(X) :- penguin(X).
abBird(X) :- –flies(X).
abBird(X) :- baby(X).
```

Answer Sets:

M = { bird(zippy), penguin(zippy), abBird(zippy),
veryFit(zippy), abPeguin(zippy), flies(zippy),
bird(Tweety), baby(Tweety), abBird(Tweety) }

Σημασιολογικός Ιστός
(Semantic Web)

Σενάριο:

Θέλω να οργανώσω έξοδο με τους (4) φίλους μου για την Παρασκευή το βράδυ που να περιλαμβάνει σινεμά και μετά φαγητό.

- Η παρέα προτιμά τα θρίλερ.
- Η παρέα προτιμά Ιταλική κουζίνα.

Αναθέτω την οργάνωση σε intelligent agent το οποίο επιστρέφει τους 3 καλύτερους συνδυασμούς ταινία-εστιατόριο με βάση τις προτιμήσεις μας, το κόστος, την απόσταση κλπ. Αφού επιλέξω τον συνδυασμό που θέλω, το intelligent agent κάνει τις κρατήσεις με την πιστωτική μου κάρτα.

Λύση:

- Meta-data με εννοιολογική αναπαράσταση πληροφορίας.
- Ανάπτυξη νέων Λογικών (description logics) και εργαλείων συμπερασμού που να εξισορροπούν τις εκφραστικές δυνατότητες της γλώσσας με την υπολογιστική πολυπλοκότητα του συμπερασμού.