Λογικός Προγραμματισμός

Μανόλης Μαρακάκης, Καθηγητής
mmarak@cs.hmu.gr

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Σχολή Μηχανικών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Λογικός Προγραμματισμός

Μάθημα 8

- **Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στον Κατηγορηματικό Λογισμό.**

Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στον Κατηγ. Λογισμό (Μέρος Δ)

- ✓ 4.1 Εισαγωγή. (Μέρος Α)
- ✓ 4.2 Σύνταξη της Κατηγορηματικής Λογικής. (Μέρος Α)
- ✓ 4.3 Ερμηνείες. (Μέρος Α)
- ✓ 4.4α. Λογικές ισοδυναμίες & Σημασιολογική Συνέπεια Τύπων. (Μέρος Β)
- ✓ 4.4β. Λογικές ισοδυναμίες & μετασχ. τύπων. (Μέρος Β)
- ✓ 4.5 Τυπικά συστήματα & εξαγωγή συμπερ. (Μέρος Β)
- ✓ 4.6 Κανονικές μορφές τύπων. (Μέρος Β)
  - a) Δεσμευμένη Εμπρός Κανονική Μορφή. b) Συναρτήσεις Skolem. c) Προτάσεις (Clauses). d) Προτάσεις Horn.
- ✓ 4.7 Αντικατάσταση. (Μέρος Γ)
- ✓ 4.8 Ενοποίηση. (Μέρος Γ)
- ✓ 4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης. (Μέρος Δ)
- ✓ 4.10 Επίλυση & Στρατηγικές απόδειξης. (Μέρος Δ)
- ✓ 4.11 Η στρατηγική της γραμμικής επίλυσης. (Μέρος Ε)
- ✓ 4.12 Μετασχηματισμοί Λογικών Προγραμμάτων (Μέρος ΣΤ)

Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στον Κατηγορηματικό Λογισμό.

- ✓ 4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.
- ✓ 4.10 Επίλυση & Στρατηγικές απόδειξης.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Ορισμός:** Δύο στοιχειώδεις τύποι ονομάζονται **συμπληρωματικά ζεύγη στοιχειωδών τύπων** όταν ο ένας είναι η άρνηση του άλλου.
- **Παραδείγματα:** Τα παρακάτω ζεύγη **στοιχειωδών τύπων** είναι **συμπληρωματικά**
  - p(a,X) και ¬p(a,X),
  - p(X,Y) και ¬p(X,Y).
- Η μέθοδος της επίλυσης εφαρμόζεται σε **συμπληρωματικούς, στοιχειώδεις τύπους (literals)**. Η ιδέα είναι να **δημιουργηθούν συμπληρωματικοί στοιχειώδεις τύποι με ενοποίηση σε δύο προτάσεις**. Στη συνέχεια, εφαρμόζεται ο **συμπερασματικός κανόνας της επίλυσης** όπως στον προτασιακό λογισμό.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- Στα παρακάτω $\boldsymbol{\varphi_1}$ και $\boldsymbol{\varphi_2}$ παριστούν διαζεύξεις στοιχειωδών τύπων.
- **Ορισμός:** Έστω οι προτάσεις $\boldsymbol{\varphi_1 \vee P(t_1,\ldots,t_k)}$ και $\boldsymbol{\varphi_2 \vee \neg P(s_1,\ldots,s_k)}$ οι οποίες **δεν έχουν μεταβλητές με ίδιο όνομα** <u>και</u> έστω $\boldsymbol{\theta}$ ο πγε των ατομικών τύπων $\boldsymbol{P(t_1,\ldots,t_k)}$ και $\boldsymbol{P(s_1,\ldots,s_k)}$ όπου **P** είναι το όνομα κάποιου κατηγορήματος. Ο συμπερασματικός κανόνας της (***δυαδικής***) ***επίλυσης*** (***resolution***) στον κατηγορηματικό λογισμό έχει ως εξής:

$$\boldsymbol{\varphi_1 \vee P(t_1,\ldots,t_k),\ \varphi_2 \vee \neg P(s_1,\ldots,s_k)\ \vdash (\varphi_1 \vee \varphi_2)\theta}$$

Η πρόταση $\boldsymbol{(\varphi_1 \vee \varphi_2)\theta}$ ονομάζεται ***επιλυούσα*** (***resolvent***) των $\boldsymbol{\varphi_1 \vee P(t_1,\ldots,t_k)}$ και $\boldsymbol{\varphi_2 \vee \neg P(s_1,\ldots,s_k)}$.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Οι προτάσεις δεν πρέπει να έχουν μεταβλητές με το ίδιο όνομα** για να αποφευχθούν **ασυνεπείς αντικαταστάσεις**.
  - **Μετονομασία όλων των μεταβλητών με νέα ονόματα πριν την εφαρμογή της μεθόδου της επίλυσης** είναι αναγκαία.
  - Οι **μεταβλητές** στις προτάσεις έχουν **καθολική δέσμευση** <u>συνεπώς</u> **μπορούν να μετονομαστούν**.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Παράδειγμα 1**: Έστω οι προτάσεις Π_1 και Π_2
  - $\Pi_1 : \neg p(X,Y) \vee q(a,Y)$
  - $\Pi_2 : r(a,Z) \vee \neg q(Z,b)$.

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος της επίλυσης θα πρέπει να υπάρχουν **δύο συμπληρωματικοί στοιχειώδεις τύποι**. Αυτό θα επιτευχθεί με ενοποίηση των **q(a,Y)** και **q(Z,b)**. Ο πγε των **q(a,Y)** και **q(Z,b)** είναι **θ = {Z/a, Y/b}.**

$$\Pi_1 : \ (\neg p(X, Y) \vee q(a,Y))\theta = \neg p(X,b) \vee q(a,b)$$

$$\Pi_2 : \ (r(a,Z) \vee \neg q(Z,b))\theta = r(a,a) \vee \neg q(a,b)$$

Οι προτάσεις $\Pi_1 : \neg p(X,b) \vee q(a,b)$ και $\Pi_2 : r(a,a) \vee \neg q(a,b)$ μπορούν να επιλυθούν γιατί έχουν τους συμπληρωματικούς στοιχειώδεις τύπους **q(a, b)** και **¬q(a, b).** Η επίλυση των προτάσεων Π_1, Π_2 θα δώσει τη νέα πρόταση $\neg p(X,b) \vee r(a,a)$.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Παράδειγμα 2**: Έστω οι προτάσεις $\mathbf{\Pi_1}$ και $\mathbf{\Pi_2}$
  - $\Pi_1 : p(X,a) \vee \neg q(X,Y)$
  - $\Pi_2 : p(f(Z),b) \vee q(f(a), Z)$
- Θα εφαρμόσουμε τον κανόνα της επίλυσης στις προτάσεις $\mathbf{\Pi_1}$ και $\mathbf{\Pi_2}$ για να βρούμε την **επιλύουσα** τους. Οι στοιχειώσεις τύποι $\neg q(X,Y)$ και $q(f(a), Z)$ από $\mathbf{\Pi_1}$ και $\mathbf{\Pi_2}$ αντίστοιχα θα γίνουν συμπληρωματικοί με ενοποίηση.
- **πγε**: **πγε**$(q(X,Y), q(f(a), Z)) = \theta = \{X/f(a), Y/Z\}$.
  - Π_1’: $(p(X,a) \vee \neg q(X,Y))\, \theta = p(f(a),a) \vee \neg q(f(a),Z)$
  - Π_2’: $(p(f(Z),b) \vee q(f(a), Z))\, \theta = p(f(Z),b) \vee q(f(a), Z)$
- **Συμπερασματικός κανόνας επίλυσης:**
  - $p(f(a),a) \vee \neg q(f(a),Z),\ p(f(Z),b) \vee q(f(a), Z) \vdash p(f(a),a) \vee p(f(Z),b)$
- **Επιλύουσα:** $p(f(a),a) \vee p(f(Z),b)$

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχουν και άλλοι συμπερασματικοί κανόνες επίλυσης όπως η ***UR–επίλυση*** (***Unit Resolution***)**.** Ο κανόνας της ***UR–επίλυσης*** **εφαρμόζεται σε ένα σύνολο προτάσεων**
  - **μια από τις οποίες είναι μη–μοναδιαία** (περιέχει περισσότερους του ενός στοιχειώδεις τύπους) <u>και</u>
  - **οι υπόλοιπες είναι μοναδιαίες**.
- Η **μη-μοναδιαία πρόταση πρέπει να περιέχει ένα τουλάχιστον περισσότερο στοιχειώδη τύπο (literal)** από **τις μοναδιαίες προτάσεις του συνόλου** στο οποίο θα εφαρμοστεί ο κανόνας της UR–επίλυσης.

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- Επιπλέον, **εκτός από ένα στοιχειώδη τύπο**, **οι υπόλοιποι στοιχειώδεις τύποι της μη-μοναδιαίας πρότασης** πρέπει να
  - **ενοποιηθούν με μοναδιαίες προτάσεις**, ανά ζεύγη, έτσι ώστε **τα δύο μέλη κάθε ζεύγους να είναι συμπληρωματικοί τύποι** και να **ενοποιούνται**.
- Παίρνουμε τη σύνθεση **θ** όλων των ενοποιήσεων των μοναδιαίων προτάσεων με τη μη-μοναδιαία πρόταση.
- Στη συνέχεια, **γίνεται μια ταυτόχρονη εφαρμογή του θ σε όλες αυτές τις προτάσεις του συνόλου** που **ανά ζεύγη ενοποιούνται με τη μη μοναδιαία πρόταση**.
- *Το αποτέλεσμα από την επιτυχή εφαρμογή αυτού του κανόνα πρέπει να είναι* ***μια νέα μοναδιαία πρόταση****.*

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Παράδειγμα**: Έστω οι προτάσεις **π1, π2** και **π3** στο **Πρόγραμμα 3.2**. Εάν εφαρμόσουμε ***UR–επίλυση*** στις προτάσεις **π2** και **π3**, θα παραχθεί ή πρόταση **π4**. Η πρόταση **π4** και **π1** οδηγούν σε **άτοπον**. Συνεπώς, απεδείχθη με ***UR–επίλυση*** ότι «**η Άννα δεν είναι γένους αρσενικού**».

Αρχικό πρόγραμμα

π1: female(anna) — Η Άννα είναι γένους θηλυκού.

π2: ¬ female (X) ∨ ¬male(X) — Οποιοσδήποτε **Χ** είτε δεν είναι γένους θηλυκού ή δεν είναι γένους αρσενικού.

π3: male(anna) — Η Άννα είναι γένους αρσενικού.

Παραγόμενη πρόταση με *UR–επίλυση*

π4: ¬ female(anna)

Πρόγραμμα 3.2: Πρόγραμμα επίδειξη *UR–επίλυσης*

4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **Ορισμός:** Έστω οι δύο προτάσεις $\boldsymbol{\varphi_1} \vee \mathbf{P(t_1,\ldots,t_v)}$ και $\boldsymbol{\varphi_2} \vee \mathbf{\neg P(s_1,\ldots,s_v)}$ όπου $\boldsymbol{\varphi_1}$ και $\boldsymbol{\varphi_2}$ είναι διάζευξη στοιχειωδών τύπων. Προτάσεις αυτής της μορφής ονομάζονται ***συγκρουόμενες προτάσεις*** οι οποίες συγκρούονται στους στοιχειώδεις τύπους $\mathbf{P(t_1,\ldots,t_v)}$ και $\mathbf{\neg P(s_1,\ldots,s_v)}$ όπου **P** είναι το όνομα κατηγορήματος.
- Ο αλγόριθμος, ***Αλγόριθμος 3.4,*** περιγράφει
  - **μια διαδικασία απόδειξης** με «**απαγωγή σε άτοπο**» η οποία στηρίζεται
  - **στον κανόνα της επίλυσης για τον κατηγορηματικό λογισμό.**
  - Στον αλγόριθμο, ***Αλγόριθμος 3.4,*** **Π** είναι ένα σύνολο προτάσεων τις οποίες θα ονομάζουμε ***προτάσεις εισόδου***.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).
4.9 Η Μέθοδος της (Δυαδικής) Επίλυσης.

- **1. Π_0 = Π**
- **2. Διάλεξε** δύο **συγκρουόμενες προτάσεις** $\varphi_1 \vee P(t_1,\ldots,t_K) \in \Pi_i$ και $\varphi_2 \vee \neg P(s_1,\ldots,s_K) \in \Pi_i$ $i = \{0,\ldots,v\}$
- **3.** Έστω **θ** ο **πγε** των $P(t_1,\ldots,t_K)$ και $P(s_1,\ldots,s_K)$;
- **4.** $\varphi = \varphi_1\theta \vee \varphi_2\theta$;
- **5.** $\Pi_{i+1} = \Pi_i \cup \{\varphi\}$;
- **6. Εάν φ = □** (**κενή πρόταση**) **τότε**
  - Το σύνολο των προτάσεων **Π** είναι **μη επαληθεύσιμο (unsatisfiable);**
  - **Τερμάτισε** την διαδικασία απόδειξης με «απαγωγή σε άτοπο»;
- **7. Εάν** $\Pi_{i+1} = \Pi_i$ για όλα τα ζεύγη των **συγκρουόμενων προτάσεων τότε**
  - Το σύνολο των προτάσεων **Π** είναι **επαληθεύσιμο (satisfiable);**
  - **Τερμάτισε** την διαδικασία απόδειξης με «απαγωγή σε άτοπο»;
- **8. Πήγαινε στο βήμα 2**.

Αλγόριθμος 3.4: Διαδικασία απόδειξης με «απαγωγή σε άτοπο» στον κατηγορηματικό λογισμό.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).
4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- ***Στρατηγική*** σε ένα σύστημα αυτόματων συλλογισμών είναι η **μέθοδος προσέγγισης του προβλήματος από το σύστημα** ώστε **να φθάσει γρηγορότερα στο τελικό αποτέλεσμα, στη λύση**.
- Ουσιαστικά, **η στρατηγική είναι ένα σύνολο κανόνων οι οποίοι καθορίζουν την εφαρμογή των συμπερασματικών κανόνων** (inference rules), όπως για παράδειγμα τον κανόνα *επίλυσης (resolution)*. Διακρίνουμε
  - ***στρατηγικές κατεύθυνσης*** οι οποίες **κατευθύνουν το σύστημα στην επιλογή κάποιων προτάσεων**. Δηλαδή, προτάσεις που συνεισφέρουν στη λύση του προβλήματος πρέπει να τις επιλέξει για να φθάσει στη επίλυση του.
  - ***περιοριστικές στρατηγικές*** οι οποίες **περιορίζουν το σύστημα στο να επιλέξει κάποιες προτάσεις**. Δηλαδή, κάποιους συνδυασμούς προτάσεων τις παρακάμπτει, δεν είναι επιλέξιμες, διότι δεν συνεισφέρουν στη λύση του προβλήματος.

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- Ο **τρόπος με τον οποίο επιλέγονται οι συγκρουόμενες προτάσεις είναι πολύ σημαντικός για την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου**.
  - Αυτό ουσιαστικά **καθορίζει την στρατηγική του συστήματος**.
  - Οι διάφορες βελτιώσεις της μεθόδου επίλυσης στηρίζονται στον τρόπο με τον οποίο επιλέγονται οι συγκρουόμενες προτάσεις.

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- Διακρίνουμε μεταξύ άλλων τις εξής **στρατηγικές επίλυσης**:
  - **1)** ***Απλοϊκή Στρατηγική*** *(Simple Strategy).*
  - ***2) Στρατηγική της Μονάδος*** *(Unit Strategy).*
  - ***3) Στρατηγική του συνόλου υποστήριξης*** (Set of Support Strategy).
  - **4)** ***Στρατηγική βάρους*** (Weighting Strategy).
  - ***5) Στρατηγική της Γραμμικής Επίλυσης*** *(**Linear Resolution**).*

- Θα μελετήσουμε λεπτομερώς την στρατηγική της ***Γραμμικής Επίλυσης (Linear Resolution).*** *Για τις υπόλοιπες στρατηγικές, θα παρουσιάσουμε τα κύρια σημεία τους.*

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- **1. Απλοϊκή Στρατηγική.**
- **Ορισμός:** Έστω **Π** είναι το σύνολο των ***αρχικών προτάσεων*** ή ***προτάσεων εισόδου***. Η ***επίλυση του Π*** η οποία συμβολίζεται **ΕΠΙΛ(Π)** είναι το σύνολο όλων των προτάσεων οι οποίες αποτελούνται
  - από τις προτάσεις **Π** και
  - από τις επιλύουσες για όλα τα ζεύγη των στοιχείων του **Π**.
- Η ***απλοϊκή στρατηγική*** δημιουργεί τις επιλύουσες των προτάσεων εισόδου μέχρι
  - **να φθάσει σε απόρριψη** (**κενή πρόταση**) ή μέχρι
  - **δύο συνεχόμενες επιλύουσες να είναι ίδιες**, δηλαδή **$ΕΠΙΛ^{Κ}(Π) = ΕΠΙΛ^{Κ+1}(Π)$.**

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- **Παράδειγμα:** Έστω το σύνολο προτάσεων Π = $\{C_1, C_2, C_3, C_4\}$ όπου:
  - $C_1 : \neg p(a)$
  - $C_2 : p(X) \vee \neg q(X)$
  - $C_3 : p(X) \vee \neg r(f(X))$
  - $C_4 : q(a) \vee r(f(a))$
  - **ΕΠΙΛ^0(Π) = Π**
  - $\Pi_0 = \Pi$

Παραγόμενες Προτάσεις	**Νέο Σύνολο Προτάσεων**	**Αντικατάσταση**	**Συγκρουόμενες Προτάσεις**
$\mathbf{C_5}$: $\neg q(a)$	$\Pi_1 = \Pi_0 \cup \{C_5\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_1, C_2
$\mathbf{C_6}$: $\neg r(f(a))$	$\Pi_2 = \Pi_1 \cup \{C_6\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_1, C_3
$\mathbf{C_7}$: $p(a) \vee r(f(a))$	$\Pi_3 = \Pi_2 \cup \{C_7\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_2, C_4
$\mathbf{C_8}$: $p(a) \vee q(a)$	$\Pi_4 = \Pi_3 \cup \{C_8\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_3, C_4

ΕΠΙΛ^1(Π) = Π $\cup$ $\{\mathbf{C_5, C_6, C_7}, C_8\}$

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).
4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

Παραγόμενες Προτάσεις	Νέο Σύνολο Προτάσεων	Αντικατάσταση	Συγκρουόμενες Προτάσεις
C_9 : r(f(a))	$\Pi_5 = \Pi_4 \cup \{C_9\}$	$\theta = \{\ \}$	C_1, C_7
C_{10} : q(a)	$\Pi_6 = \Pi_5 \cup \{C_{10}\}$	$\theta = \{\ \}$	C_1, C_8
C_{11} : p(a)	$\Pi_7 = \Pi_6 \cup \{C_{11}\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_2, C_8
C_{12} : p(a)	$\Pi_8 = \Pi_7 \cup \{C_{12}\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_3, C_7
C_{13} : r(f(a))	$\Pi_9 = \Pi_8 \cup \{C_{13}\}$	$\theta = \{\ \}$	C_4, C_5
C_{14} : q(a)	$\Pi_{10} = \Pi_9 \cup \{C_{14}\}$	$\theta = \{\ \}$	C_4, C_6
C_{15} : p(a)	$\Pi_{11} = \Pi_{10} \cup \{C_{15}\}$	$\theta = \{\ \}$	C_5, C_8
C_{16} : p(a)	$\Pi_{12} = \Pi_{11} \cup \{C_{16}\}$	$\theta = \{\ \}$	C_6, C_7

ΕΠΙΛ²(Π) = **ΕΠΙΛ¹(Π)** ∪ $\{C_9, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16}\}$

Παραγόμενες Προτάσεις	Νέο Σύνολο Προτάσεων	Αντικατάσταση	Συγκρουόμενες Προτάσεις
□		$\theta = \{\ \}$	C_1, C_{11}

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- Αυτή η στρατηγική **δημιουργεί πολλές προτάσεις οι οποίες δεν χρειάζονται**.
- Επιπλέον, **κάποιες προτάσεις δημιουργούνται πολλές φορές,** όπως η πρόταση p(a) στο προηγούμενο παράδειγμα.
- Άλλα προβλήματα τα οποία εμφανίζονται είναι τα εξής:
  - 1) Η **δημιουργία ταυτολογιών** οι οποίες πρέπει να **διαγράφονται από το σύνολο των προτάσεων το οποίο θέλουμε να δείξουμε ότι είναι μη ικανοποιήσιμο.**
  - 2) Η **δημιουργία προτάσεων οι οποίες περικλείονται από άλλες πιο γενικές** και οι οποίες πρέπει **να αφαιρούνται.**
- Γι' αυτό οι αλγόριθμοι απόρριψης περιέχουν χαρακτηριστικά τέτοια ώστε να διορθώνουν αυτά τα προβλήματα τα οποία συνεισφέρουν σε μη αποτελεσματικότητα.

- **2. Στρατηγική της Μονάδος.**
- **Ορισμός**: Μια πρόταση λέγεται ***πρόταση μονάδα*** εάν **αποτελείται από ένα μόνο στοιχειώδη τύπο**.
- Αυτή η **στρατηγική κατευθύνει το σύστημα συλλογισμών** ώστε **να προτιμά την εφαρμογή του κανόνα της δυαδικής επίλυσης σε συγκρουόμενες προτάσεις** από τις οποίες **η μια τουλάχιστον είναι** **πρόταση μονάδα**.
- Επιλύοντας δύο προτάσεις $\boldsymbol{\varphi_1}$ και $\boldsymbol{\varphi_2}$ από τις οποίες η πρόταση $\boldsymbol{\varphi_2}$ είναι πρόταση μονάδα, **η επιλύουσα πρόταση** $\boldsymbol{\varphi}$ **θα έχει ένα λιγότερο στοιχειώδη τύπο από την** $\boldsymbol{\varphi_1}$.
- Αυτή η προσέγγιση έχει στόχο την **αύξηση των προτάσεων μονάδα**.
  - Αυτό, *επειδή* **όλες οι αποδείξεις** ***με απαγωγή σε άτοπο τελειώνουν με δύο συγκρουόμενες προτάσεις μονάδες***.

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- **2. Παράδειγμα**: Έστω το σύνολο των προτάσεων $\Pi = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$ όπου:

  C_1 : $\neg p(a)$

  C_2 : $p(X) \vee \neg q(X)$

  C_3 : $p(X) \vee \neg r(f(X))$

  C_4 : $q(a) \vee r(f(a))$

  $\Pi_0 = \Pi$

Παραγόμενες Προτάσεις	**Νέο Σύνολο Προτάσεων**	**Αντικατάσταση**	**Συγκρουόμενες Προτάσεις**
$C_5 : \neg q(a)$	$\Pi_1 = \Pi_0 \cup \{C_5\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_1, C_2
$C_6 : \neg r(f(a))$	$\Pi_2 = \Pi_1 \cup \{C_6\}$	$\theta = \{X/a\}$	C_1, C_3
$C_7 : r(f(a))$	$\Pi_3 = \Pi_2 \cup \{C_7\}$	$\theta = \{\ \}$	C_5, C_4
$C_8 : q(a)$	$\Pi_4 = \Pi_3 \cup \{C_8\}$	$\theta = \{\ \}$	C_6, C_4
$C_9 : \square$		$\theta = \{\ \}$	C_6, C_7

- **3) Στρατηγική του συνόλου υποστήριξης.**
- Αυτή η στρατηγική **δεν επιτρέπει στο σύστημα συλλογισμών να εφαρμόσει ένα συμπερασματικό κανόνα**, στην προκειμένη περίπτωση αυτόν της επίλυσης, **εκτός εάν** **η μία τουλάχιστον από τις συγκρουόμενες προτάσεις**
  - είτε **έχει εξαχθεί από ένα καθορισμένο υποσύνολο των προτάσεων εισόδου**
  - ή **είναι μέλος αυτού του υποσυνόλου των προτάσεων εισόδου**.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).
4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- Εάν **Π** είναι ένα σύνολο προτάσεων, **για να εφαρμοστεί η στρατηγική του συνόλου υποστήριξης** πρέπει πρώτα **να γίνει επιλογή του υποσυνόλου Τ** του **Π** **(Τ** $\subseteq$ **Π**) .
- Το υποσύνολο **Τ** ονομάζεται ***σύνολο υποστήριξης***. Τα μέλη του **Τ** έχουν την υποστήριξη κατά την επιλογή προτάσεων για την εφαρμογή του συμπερασματικού κανόνα.
- Η στρατηγική του συνόλου υποστήριξης **δεν επιτρέπει την εφαρμογή του κανόνα της επίλυσης** όταν οι συγκρουόμενες προτάσεις ανήκουν στο σύνολο των προτάσεων **Π–Τ**.
- Το υποσύνολο των προτάσεων **Τ** το οποίο επιλέγει ο χρήστης παριστάνει
  - είτε **το θεώρημα** το οποίο θέλει **να αποδειχθεί**
  - ή **το πρόβλημα** το οποίο θέλει **να λυθεί**.
- **Κάθε πρόταση παραγόμενη** με τον κανόνα της επίλυσης, **αντιμετωπίζεται ως πρόταση του συνόλου Τ**.

4.10 Επίλυση & Στρατηγικές Απόδειξης.

- **4. Στρατηγική βάρους.**
- Η **στρατηγική βάρους** δίνει την δυνατότητα στον χρήστη **να κατευθύνει τους συλλογισμούς του συστήματος**.
  - **Ο χρήστης καταχωρεί τιμές,** βάρη, **στις διάφορες ιδέες και σύμβολα του προβλήματος**
  - και **το σύστημα επιλέγει σύμφωνα με τις καταχωρηθείσες προτεραιότητες τις προτάσεις** στις οποίες **θα εστιάσει τους συλλογισμούς του**.

Τέλος Διάλεξης

Ευχαριστώ!

Ερωτήσεις;