



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τεχνητή Νοημοσύνη Ι

Ενότητα 10: Ο γρίφος του Einstein

Πέππας Παύλος

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας
Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

Ο γρίφος του Einstein



Περιεχόμενα ενότητας

Ο γρίφος του Einstein



Ο γρίφος του Einstein

Ο γρίφος του Einstein

1. Ο Άγγλος μένει στο κόκκινο σπίτι.
2. Ο Ισπανός έχει σκύλο.
3. Στον κάτοικο του πράσινου σπιτιού αρέσει ο καφές.
4. Στον Ουκρανό αρέσει το τσάι.
5. Το πράσινο σπίτι είναι αμέσως στα δεξιά του άσπρου.
6. Ο κάτοικος που καπνίζει Old Gold έχει σαλιγκάρια.
7. Ο κάτοικος του κίτρινου σπιτιού καπνίζει Kools.
8. Στον κάτοικο του κεντρικού σπιτιού αρέσει το γάλα.
9. Ο Νορβηγός μένει στο πρώτο σπίτι.
10. Ο κάτοικος με την αλεπού μένει δίπλα σ' αυτόν που καπνίζει Chesterfields.
11. Ο κάτοικος με το άλογο μένει δίπλα από τον κάτοικο που καπνίζει Kools.
12. Στον κάτοικο που καπνίζει Lucky Strike αρέσει ο χυμός πορτοκάλι.
13. Ο Ιάπωνας καπνίζει Parliaments.
14. Ο Νορβηγός μένει δίπλα από το μπλε σπίτι.

Το ερώτημα είναι, ποιος κάτοικος πίνει νερό, και ποιος κάτοικος έχει τη ζέμπρα?



Γλώσσα της Λύσης

Κατηγορήματα:

$lives(x,y)$ με ερμηνεία “ο x μένει στο σπίτι με θέση y ”

$has(x,y)$ με ερμηνεία “ο x έχει το κατοικίδιο y ”

$smokes(x,y)$ με ερμηνεία “ο x καπνίζει την μάρκα τσιγάρων y ”

$drinks(x,y)$ με ερμηνεία “στον x αρέσει το ποτό y ”

$isMan(x)$ με ερμηνεία “ο x είναι άνθρωπος”

$isColor(x)$ με ερμηνεία “το x είναι χρώμα”

$isCigarattes(x)$ με ερμηνεία “το x είναι μάρκα τσιγάρων”

$isAnimal(x)$ με ερμηνεία “το x είναι κατοικίδιο”

$isDrink(x)$ με ερμηνεία “το x είναι ποτό”

Συναρτήσεις

$s(x)$ με ερμηνεία “η θέση στα δεξιά της θέσης x ” (η αρίθμηση ξεκινάει από το 1)

Σταθερές

norwegian, brit, spaniard, ukrainian, japanese,

red, blue, yellow, white, green,

dog, snail, fish, horse, fox,

kools, luckystrick, parliaments, oldgold, chesterfields,

milk, water, juice, tea, coffee,



Λύση

1. $\forall x [\text{lives}(\text{brit}, x) \Rightarrow \text{color}(x, \text{red})]$
2. $\text{has}(\text{spaniard}, \text{dog})$
3. $\forall x \forall y [\text{lives}(x, y) \wedge \text{color}(y, \text{green}) \Rightarrow \text{drinks}(x, \text{coffee})]$
4. $\text{drinks}(\text{ukranian}, \text{tea})$
5. $\forall x [\text{color}(x, \text{white}) \Rightarrow \text{color}(s(x), \text{green})]$
6. $\forall x [\text{smokes}(x, \text{oldgold}) \Rightarrow \text{has}(x, \text{snails})]$
7. $\forall x \forall y [\text{lives}(x, y) \wedge \text{color}(y, \text{yellow}) \Rightarrow \text{smokes}(x, \text{kool})]$
8. $\forall x \forall y [\text{lives}(x, s(s(1))) \Rightarrow \text{drinks}(x, \text{milk})]$
9. $\text{lives}(\text{norwegian}, 1)$
10. $\forall x \forall y \forall z \forall w [\text{has}(x, \text{fox}) \wedge \text{smokes}(y, \text{chesterfields}) \wedge \text{lives}(x, z) \wedge \text{lives}(y, w) \Rightarrow z=s(w) \vee w=s(z)]$
11. $\forall x \forall y \forall z \forall w [\text{has}(x, \text{horse}) \wedge \text{smokes}(y, \text{kools}) \wedge \text{lives}(x, z) \wedge \text{lives}(y, w) \Rightarrow z=s(w) \vee w=s(z)]$
12. $\forall x [\text{smokes}(x, \text{luckystrike}) \Rightarrow \text{drinks}(x, \text{juice})]$
13. $\text{smokes}(\text{japanese}, \text{parliaments})$
14. $\forall x \forall y [\text{lives}(\text{norwegian}, x) \wedge \text{color}(y, \text{blue}) \Rightarrow x=s(y) \vee y=s(x)]$



Λύση (2)

Διακριτές Σταθερές

norwegian ≠ englishmen ≠ spaniard ≠ ukrainian ≠ japanese

red ≠ blue ≠ yellow ≠ white ≠ green

dog ≠ snail ≠ zebra ≠ horse ≠ fox

kools ≠ luckystrick ≠ parliaments ≠ oldgold ≠ chesterfields

milk ≠ water ≠ juice ≠ tea ≠ coffee

1 ≠ s(1) ≠ s(s(1)) ≠ s(s(s(1))) ≠ s(s(s(s(1))))



Λύση (3)

Ορισμός Κατηγοριών

$\forall x [\text{isMan}(x) \Leftrightarrow (x = \text{norwegian} \vee x = \text{brit} \vee x = \text{spaniard} \vee x = \text{ukrainian} \vee x = \text{japanese})]$

$\forall x [\text{isColor}(x) \Leftrightarrow (x = \text{red} \vee x = \text{blue} \vee x = \text{yellow} \vee x = \text{white} \vee x = \text{green})]$

$\forall x [\text{isCigarettes}(x) \Leftrightarrow (x = \text{kools} \vee x = \text{luckystrick} \vee x = \text{parliaments} \vee x = \text{oldgold} \vee x = \text{chesterfields})]$

$\forall x [\text{isAnimal}(x) \Leftrightarrow (x = \text{dog} \vee x = \text{snail} \vee x = \text{fish} \vee x = \text{horse} \vee x = \text{fox})]$

$\forall x [\text{isDrink}(x) \Leftrightarrow (x = \text{milk} \vee x = \text{water} \vee x = \text{juice} \vee x = \text{tea} \vee x = \text{coffee})]$

$\forall x [\text{isPosition}(x) \Leftrightarrow (x = 1 \vee x = s(1) \vee x = s(s(1)) \vee x = s(s(s(1))) \vee x = s(s(s(s(1)))))]$



Λύση (4)

Ορισμός Πεδίου Τιμών

$\forall x. \forall y. \text{lives}(x,y) \Rightarrow \text{isMan}(x) \wedge \text{isPosition}(y)$

$\forall x. \forall y. \text{color}(x,y) \Rightarrow \text{isPosition}(x) \wedge \text{isColor}(y)$

$\forall x. \forall y. \text{drinks}(x,y) \Rightarrow \text{isMan}(x) \wedge \text{isDrink}(y)$

$\forall x. \forall y. \text{smokes}(x,y) \Rightarrow \text{isMan}(x) \wedge \text{isCigarettes}(y)$

$\forall x. \forall y. \text{has}(x,y) \Rightarrow \text{isMan}(x) \wedge \text{isAnimal}(y)$



Λύση (5)

Μοναδικότητα Προτιμήσεων

$$\forall x \forall y \forall z [\text{drinks}(x,y) \wedge \text{drinks}(x,z) \Rightarrow y=z]$$

$$\forall x \forall y \forall z [\text{smokes}(x,y) \wedge \text{smokes}(x,z) \Rightarrow y=z]$$

$$\forall x \forall y \forall z [\text{lives}(x,y) \wedge \text{lives}(x,z) \Rightarrow y=z]$$

$$\forall x \forall y \forall z [\text{color}(x,y) \wedge \text{color}(x,z) \Rightarrow y=z]$$

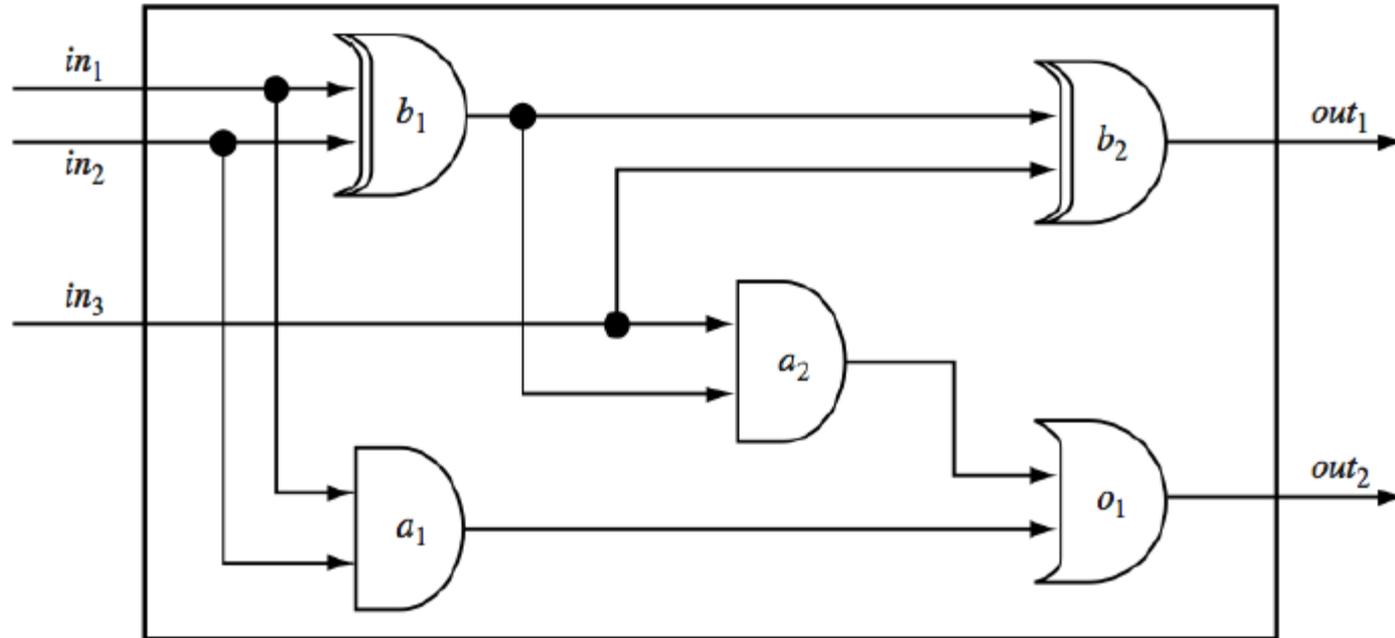
$$\forall x \forall y \forall z [\text{has}(x,y) \wedge \text{has}(x,z) \Rightarrow y=z]$$

$$\forall x [\text{isMan}(x) \Rightarrow \exists y \exists z \exists u \exists r [\text{lives}(x,y) \wedge \text{has}(x,z) \wedge \text{smokes}(x,u) \wedge \text{drinks}(x,r)]]$$

$$\forall x [\text{isPosition}(x) \Rightarrow \exists y \text{color}(x,y)]$$



Διάγνωση με ΚΛ



f



Περιγραφή Κυκλώματος

$$\forall x. \text{Gate}(x) \Leftrightarrow \text{AndGate}(x) \vee \text{OrGate}(x) \vee \text{XorGate}(x)$$

$\text{AndGate}(a1), \text{AndGate}(a1), \text{XorGate}(b1), \text{XorGate}(b2), \text{OrGate}(o1)$

$\text{in1}(b1) = \text{in1}(f), \text{in2}(b1) = \text{in2}(f), \text{in1}(b2) = \text{out}(b1), \text{in2}(b2) = \text{in3}(f)$

$\text{in1}(a1) = \text{in1}(f), \text{in2}(a1) = \text{in2}(f), \text{in1}(a2) = \text{in3}(f), \text{in2}(a2) = \text{out}(b1)$

$\text{in1}(o1) = \text{out}(a2), \text{in2}(o1) = \text{out}(a1), \text{out1}(f) = \text{out}(b2), \text{out2}(f) = \text{out}(o1)$

$\text{and}(0, 0) = 0, \text{and}(0, 1) = 0, \text{and}(1, 0) = 0, \text{and}(1, 1) = 1$

$\text{or}(0, 0) = 0, \text{or}(0, 1) = 1, \text{or}(1, 0) = 1, \text{or}(1, 1) = 1$

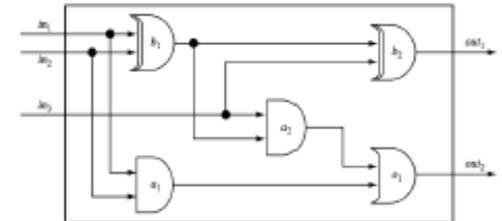
$\text{xor}(0, 0) = 0, \text{xor}(0, 1) = 1, \text{xor}(1, 0) = 1, \text{xor}(1, 1) = 0$

$\forall x. \text{AndGate}(x) \wedge \neg \text{Ab}(x) \Rightarrow \text{out}(x) = \text{and}(\text{in1}(x), \text{in2}(x))$

$\forall x. \text{OrGate}(x) \wedge \neg \text{Ab}(x) \Rightarrow \text{out}(x) = \text{or}(\text{in1}(x), \text{in2}(x)),$

$\forall x. \text{XorGate}(x) \wedge \neg \text{Ab}(x) \Rightarrow \text{out}(x) = \text{xor}(\text{in1}(x), \text{in2}(x))$

$\forall x. [\text{OrGate}(x) \vee \text{XorGate}(x)] \wedge \text{Ab}(x) \supset \text{out}(x) = \text{in2}(x)$



Παρατήρηση

$\text{in1}(f) = 1 \quad \text{out1}(f) = 1$

$\text{in1}(f) = 0 \quad \text{out2}(f) = 0$

$\text{in3}(f) = 1$

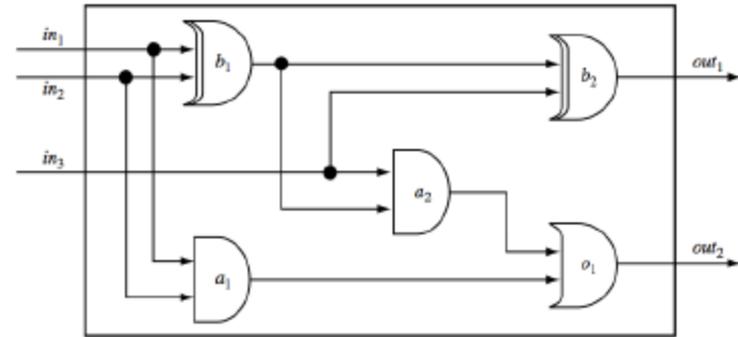
Ζητούμενο

$\text{KB} + \{a\} \models \text{Παρατήρηση}$

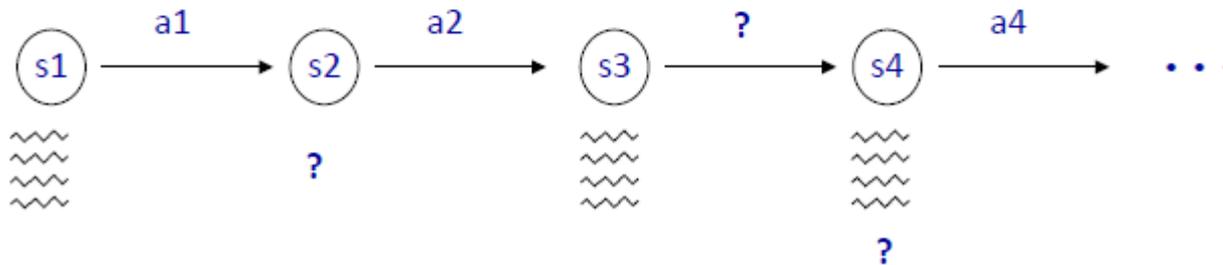
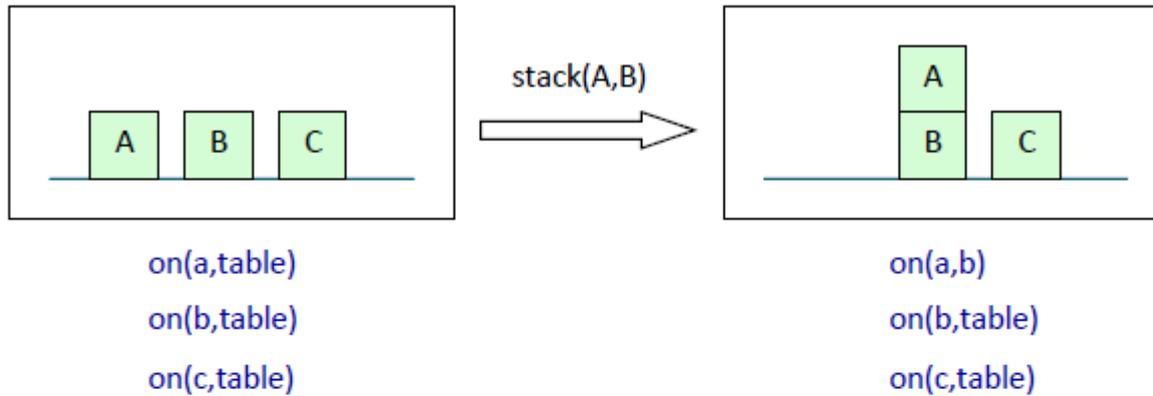


Επεξήγηση

<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>o1</i>	<i>Entailed</i>
Ab(b1)	Ab(b2)	Ab(o1)	yes
Ab(b1)	Ab(b2)	\neg Ab(o1)	yes
Ab(b1)	\neg Ab(b2)	Ab(o1)	yes
Ab(b1)	\neg Ab(b2)	\neg Ab(o1)	yes
\neg Ab(b1)	Ab(b2)	Ab(o1)	yes
\neg Ab(b1)	Ab(b2)	\neg Ab(o1)	no
\neg Ab(b1)	\neg Ab(b2)	Ab(o1)	no
\neg Ab(b1)	\neg Ab(b2)	\neg Ab(o1)	no

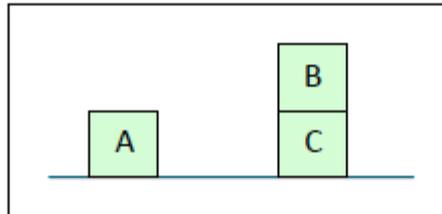


Reasoning about action



Ο κόσμος των κύβων

Αρχική Κατάσταση:



$on(a, table, s_0)$

$on(b, table, s_0)$

$on(c, table, s_0)$

Διαθέσιμες Ενέργειες:

- $stack(x,y)$, με την προϋπόθεση τα x και y να είναι “καθαρά”
- $unstack(x)$, με την προϋπόθεση το x να είναι “καθαρό”

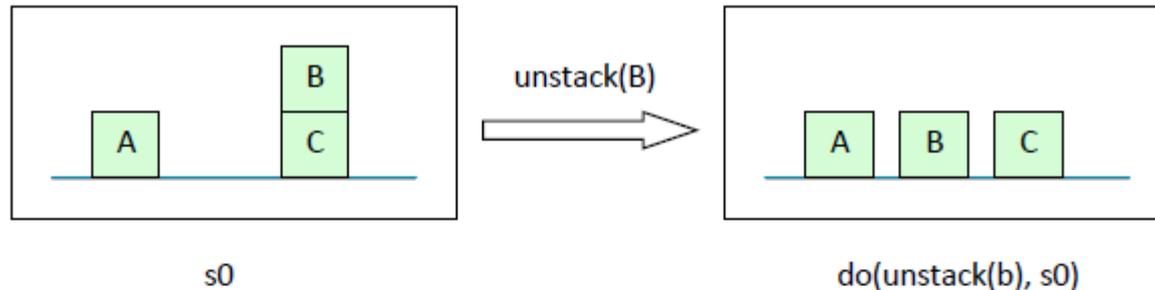
Στόχος: $on(c,a)$

Ζητούμενο:

Μια ακολουθία ενεργειών που θα μας οδηγήσει σε μια κατάσταση που ικανοποιεί τον στόχο.



Situation Calculus



Αρχική Κατάσταση

$\text{on}(a, \text{table}, s_0)$

$\text{on}(b, \text{table}, s_0)$

$\text{on}(c, \text{table}, s_0)$

Domain Constraints

$a \neq b \neq c \neq \text{table}$

$\text{isBlock}(x) \Leftrightarrow x=a \vee x=b \vee x=c$

$\text{clear}(x, s) \Leftrightarrow \text{isBlock}(x) \wedge \neg \exists y \text{ on}(y, x, s)$

$\text{on}(x, y, s) \Rightarrow \text{isBlock}(x)$

$(\text{on}(x, y, s) \wedge \text{on}(x, z, s)) \Rightarrow y=z$

$(\text{on}(x, z, s) \wedge \text{on}(y, z, s) \wedge z \neq \text{table}) \Rightarrow x=y$

Preconditions Axioms

$\text{isBlock}(x) \wedge \text{clear}(x, s) \Rightarrow \text{Poss}(\text{unstack}(x), s)$

$\text{on}(x, \text{table}) \wedge \text{clear}(x, s) \wedge \text{clear}(y, s) \Rightarrow \text{Poss}(\text{stack}(x, y), s)$

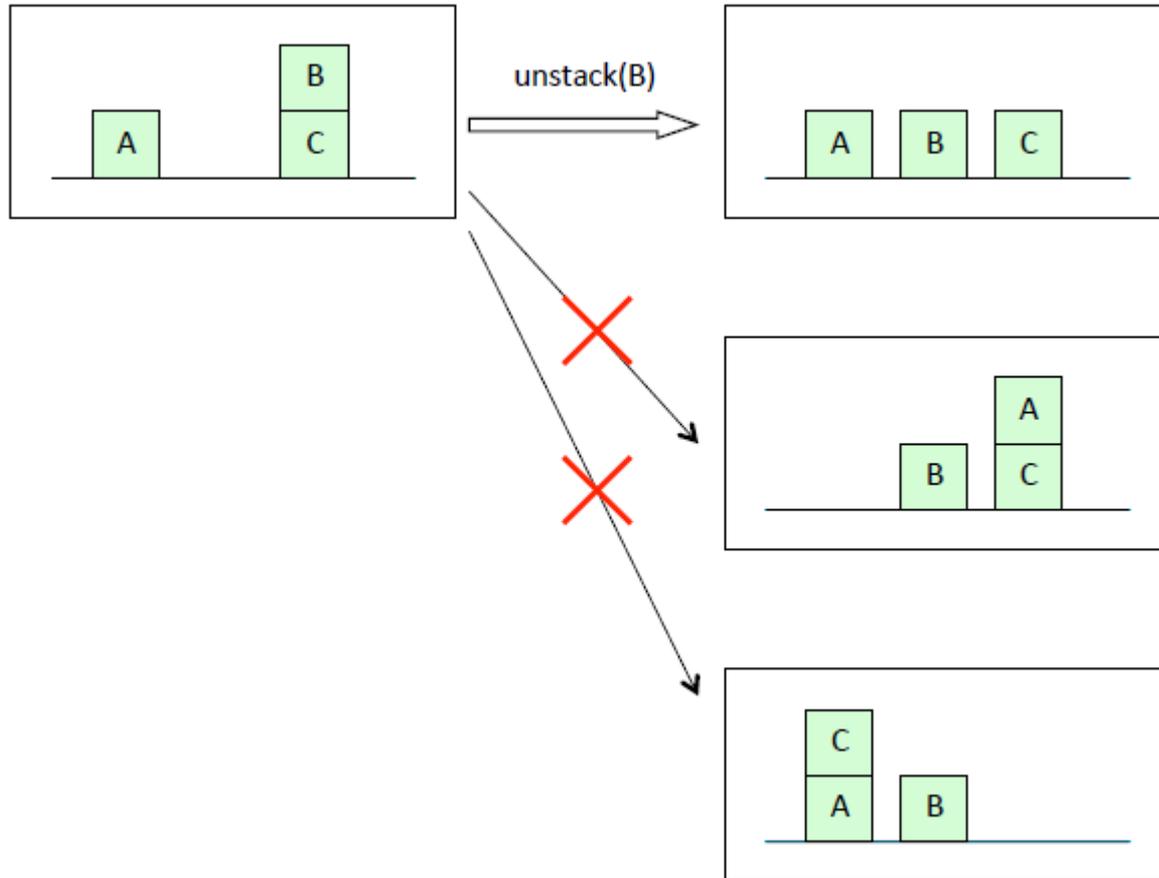
Effect Axioms

$\text{Poss}(\text{unstack}(x), s) \Rightarrow \text{on}(x, \text{table}, \text{do}(\text{unstack}(x), s))$

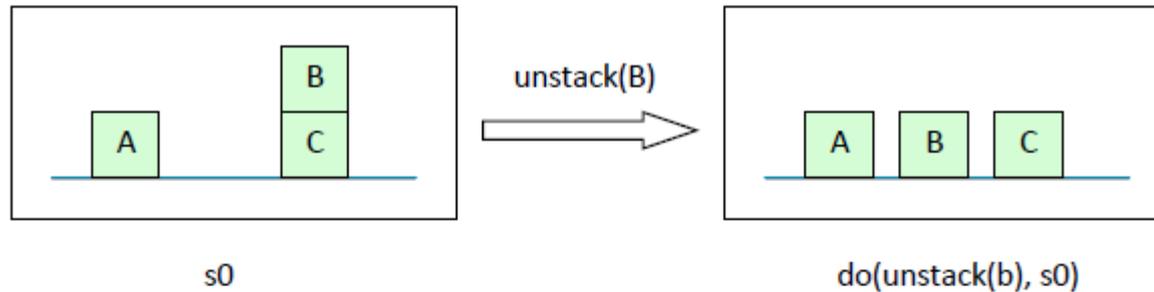
$\text{Poss}(\text{stack}(x, y), s) \Rightarrow \text{on}(x, y, \text{do}(\text{stack}(x, y), s))$



Frame Problem



Frame Axioms



Αρχική Κατάσταση

$\text{on}(a, \text{table}, s_0)$

$\text{on}(b, \text{table}, s_0)$

$\text{on}(c, \text{table}, s_0)$

Domain Constraints

$a \neq b \neq c \neq \text{table}$

$\text{isBlock}(x) \Leftrightarrow x=a \vee x=b \vee x=c$

$\text{clear}(x, s) \Leftrightarrow \text{isBlock}(x) \wedge \neg \exists y \text{ on}(y, x, s)$

$\text{on}(x, y) \Rightarrow \text{isBlock}(x)$

$(\text{on}(x, y, s) \wedge \text{on}(x, z, s)) \Rightarrow y=z$

$(\text{on}(x, z, s) \wedge \text{on}(y, z, s) \wedge z \neq \text{table}) \Rightarrow x=y$

Preconditions Axioms

$\text{isBlock}(x) \wedge \text{clear}(x, s) \Rightarrow \text{Poss}(\text{unstack}(x), s)$

$\text{on}(x, \text{table}) \wedge \text{clear}(x, s) \wedge \text{clear}(y, s) \Rightarrow \text{Poss}(\text{stack}(x, y), s)$

Effect Axioms

$\text{Poss}(\text{unstack}(x), s) \Rightarrow \text{on}(x, \text{table}, \text{do}(\text{unstack}(x), s))$

$\text{Poss}(\text{stack}(x, y), s) \Rightarrow \text{on}(x, y, \text{do}(\text{stack}(x, y), s))$

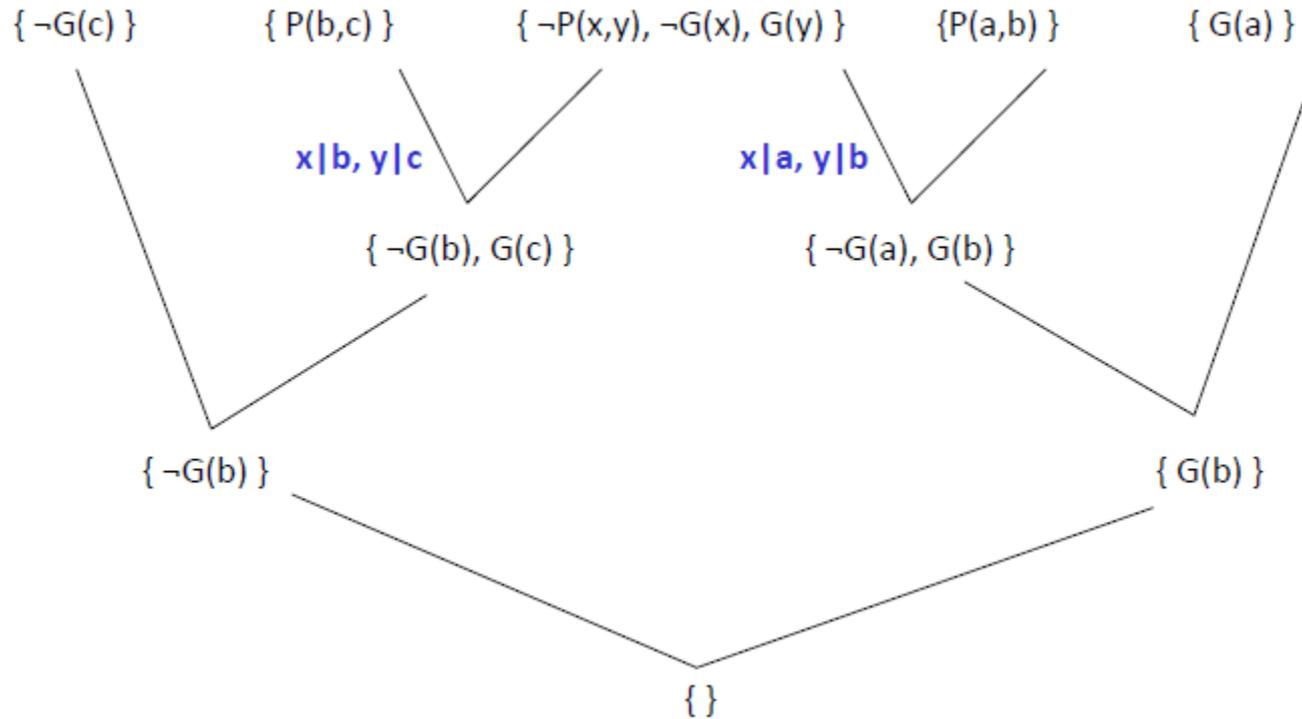
Frame Axioms

$\text{on}(x, y, s) \wedge x \neq z \Rightarrow \text{on}(x, y, \text{do}(\text{unstack}(z), s))$

$\text{on}(x, y, s) \wedge x \neq z \Rightarrow \text{on}(x, y, \text{do}(\text{stack}(z, w), s))$

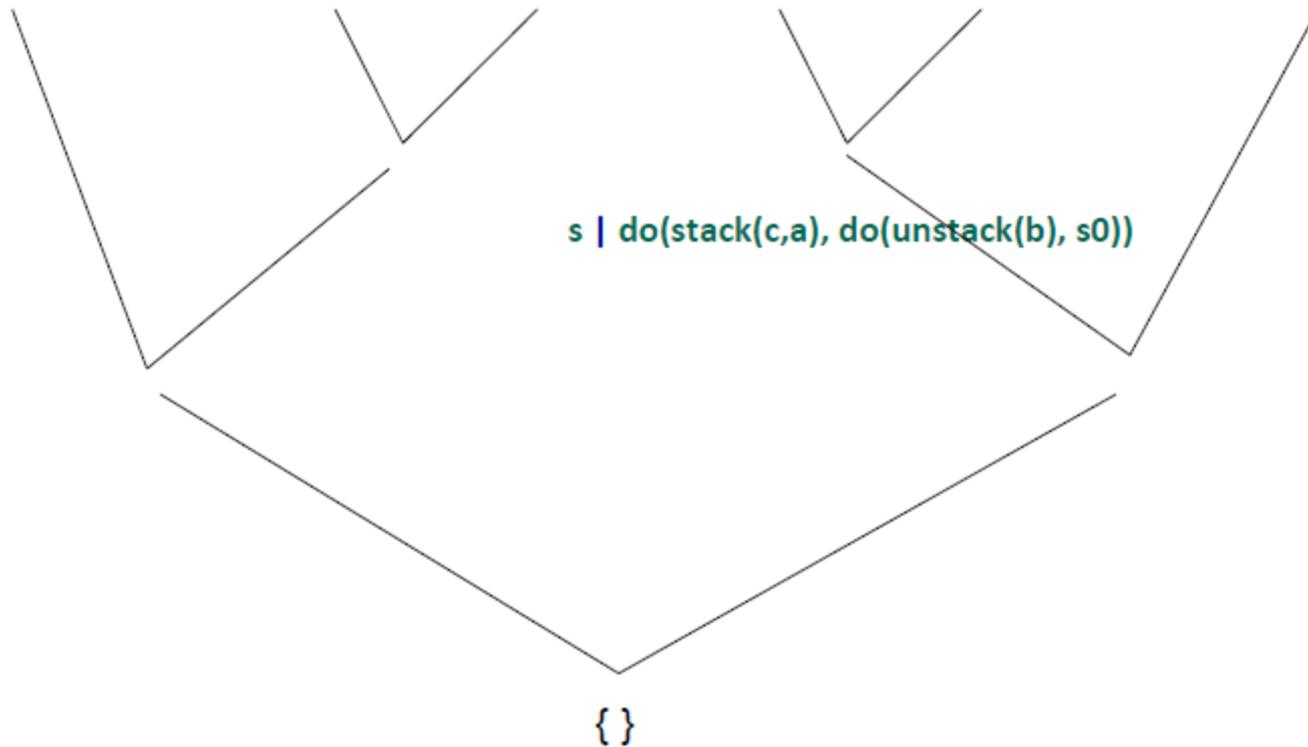


Resolution σε ΚΛ



Resolution and Situation Calculus

KB (= Αρχική Κατάσταση + Domain Constraints + Preconditions + Effects + Frame Axioms) + $\text{-on}(c,a,s)$



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση **1.0** διαθέσιμη [εδώ](#).



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, **Σγάρμπας Κυριάκος**. «**Τεχνητή Νοημοσύνη I, Ο γρίφος του Einstein**». Έκδοση: **1.0**. Πάτρα **2014**. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

https://eclass.upatras.gr/modules/course_metadata/opencourses.php?fc=15



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Διαφάνεια 12:

https://lh3.googleusercontent.com/HeV2JinZxdVtXng0ebWua6pafk5_Xpu4_OuJlx67AuFsTMi6zzuij0FYWV9IVNFK2KEq=s145

