

# ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ

Περιγραφικές Λογικές  
(Description Logics-DLs)

Ι. Χατζηλυγερούδης

# Εισαγωγικά (1)

- Μέθοδοι Αναπαράστασης Γνώσης
  - Λογικές (παραλλαγές ΚΛΠΤ)
    - Προβλήματα απόδοσης
    - Σαφής σημασιολογία
  - Μη λογικές ή Δομημένες (Σημασιολογικά Δίκτυα, Πλαίσια)
    - Έλλειψη σαφούς σημασιολογίας
    - Καλή απόδοση

# Εισαγωγικά (2)

- Πώς μπορούμε να αποδώσουμε σαφή σημασιολογία σε μη λογικές αναπαραστάσεις;



- Εκφράζοντας δομημένες αναπαραστάσεις μέσω λογικών αναπαραστάσεων.



Συνέπειες;

- Χάσιμο κάποιων χαρακτηριστικών των δομημένων αναπαραστάσεων.
- Κέρδος η σαφής σημασιολογία.



Περιγραφικές  
Λογικές –ΠΛ  
(Description  
Logics-DL)

# ΠΛ-Βασικά Στοιχεία (1)

## ■ έννοιες (concepts)

- Αναπαρίστανται από μοναδιαία κατηγορήματα (unary predicates)
- Αντιπροσωπεύουν υποσύνολα του γνωστικού πεδίου D (π.χ. female, person) και αντιστοιχούν σε κλάσεις των δομημένων αναπαραστάσεων.
- Διακρίνονται σε πρωτογενείς (π.χ. male, person) και παραγόμενες (π.χ. man ορίζεται ως person με γένος male).

## ■ ρόλοι (roles)

- Αναπαρίστανται από δυαδικά κατηγορήματα (binary predicates)
- Αντιπροσωπεύουν σχέσεις μεταξύ εννοιών (π.χ. hasChild)

# ΠΛ-Βασικά Στοιχεία (2)

- **κατασκευαστές ή δημιουργοί (constructors) ή τελεστές (operators)**
  - Χρησιμοποιούνται για να δημιουργούμε **περιγραφές εννοιών (concept descriptions) ή όρων (terms)**.
  - Δηλαδή να παράγουμε νέες (παραγόμενες) έννοιες.
  - Βασικοί κατασκευαστές:
    - $\cup$  (ένωση συνόλων-union)
    - $\cap$  (τομή συνόλων-intersection)
    - $\subset, \subseteq$  (γνήσιο και μη γνήσιο υποσύνολο)
    - $\neg$  (άρνηση ως συμπλήρωμα συνόλου)
  - Παραδείγματα:  $Person \cap Female$ ,  $Male \cup Female$ ,  $Person \cap \neg Female$
- **ποσοδείκτες (quantifiers)**
  - $\forall$  (καθολικός-universal),  $\exists$  (υπαρξιακός-existential)

# ΠΛ-Βασικά Στοιχεία (2)

## ■ Περιορισμοί τιμών (value restrictions)

- Χρησιμοποιούνται για την απόδοση περιορισμών σε τιμές των ρόλων.
- Μορφή:  $\forall R.C$ ,  $\exists R.C$  (R: ρόλος, C: έννοια)  
Η C αποτελεί καθολικό ή υπαρξιακό περιορισμό στις τιμές του R.
- Παραδείγματα:
  - $\exists \text{hasChild.Female}$  (οντότητες που έχουν τουλάχιστον μια κόρη)
  - $\forall \text{hasChild.Female}$  (οντότητες που έχουν μόνο κόρες)

## ■ Ατομικές οντότητες (individuals or nominals)

- Αντιστοιχούν στις σταθερές (constants) της λογικής ή τα στιγμιότυπα των κλάσεων των δομημένων αναπαραστάσεων (π.χ. JOHN, MARIA).

# Ισοδυναμίες ΠΛ-ΚΛΠΤ (1)

Δημιουργός	Σύνταξη ΠΛ	Σύνταξη ΚΛΠΤ	Παράδειγμα ΠΛ	Παράδειγμα ΚΛΠΤ
intersectionOf	$C1 \cap C2$	$C1(x) \wedge C2(x)$	Human $\cap$ Male	Human(x) $\wedge$ Male(x)
unionOf	$C1 \cup C2$	$C1(x) \vee C2(x)$	Doctor $\cup$ Lawyer	Doctor(x) $\vee$ Lawyer(x)
complementOf	$\neg C$	$\neg C(x)$	$\neg$ Male	$\neg$ Male(x)
one of	$\{a1\} \cup \{a2\}$	$x=a1 \vee x=a2$	{John} $\cup$ {Mary}	John $\vee$ Mary
allValuesFrom	$\forall P.C$	$\forall y P(x,y) \Rightarrow C(y)$	$\forall$ hasChild.Doctor	$\forall y$ hasChild(x,y) $\Rightarrow$ Doctor(y)
someValuesFrom	$\exists P.C$	$\exists y P(x,y) \wedge C(y)$	$\exists$ hasChild.Doctor	$\exists y$ hasChild(x,y) $\wedge$ Doctor(y)
hasValue	$\exists P.\{a\}$	$P(x,a)$	$\exists$ hasChild.{Mary}	hasChild(x,Mary)
subClassOf	$C1 \subseteq C2$	$\forall x C1(x) \Rightarrow C2(x)$	Human $\subseteq$ Animal	$\forall x$ Human(x) $\Rightarrow$ Animal(x)
equivalentClass	$C1 \equiv C2$	$\forall x C1(x) \Leftrightarrow C2(x)$	Man $\equiv$ Human $\cap$ Male	$\forall x$ Man(x) $\Leftrightarrow$ Human(x) $\wedge$ Male(x)

# Ισοδυναμίες ΠΛ-ΚΛΠΤ(2)

Δημιουργός	Σύνταξη ΠΛ	Σύνταξη ΚΛΠΤ	Παράδειγμα ΠΛ	Παράδειγμα ΚΛΠΤ
disjointWith	$C1 \sqsubseteq \neg C2$ ή $C2 \sqsubseteq \neg C1$	$\forall x C1(x) \Rightarrow \neg C2(x)$	$Female \sqsubseteq \neg Male$	$\forall x Female(x) \Rightarrow \neg Male(x)$
minCardinality	$\geq n P.C$ ή $\geq n P$	$\exists^{\geq n} y P(x,y) \wedge C(y)$ ή $\exists^{\geq n} y P(x,y)$	$\geq 2 hasChild.Doctor$ ή $\geq 2 hasChild$	$\exists^{\geq n} y hasChild(x,y) \wedge Doctor(y)$ ή $\exists^{\geq n} y hasChild(x,y)$
maxCardinality	$\leq n P.C$ ή $\leq n P$	$\exists^{\leq n} y P(x,y) \wedge C(y)$ ή $\exists^{\leq n} y P(x,y)$	$\leq 2 hasChild.Doctor$ ή $\leq 2 hasChild$	$\exists^{\leq n} y hasChild(x,y) \wedge Doctor(y)$ ή $\exists^{\leq n} y hasChild(x,y)$



# Βάση Γνώσης ΠΛ

- **Tbox (Terminological Box)**
  - Αναπαριστά γενική γνώση σχετική με το πεδίο του προβλήματος (intensional knowledge).
  - Η γνώση αυτή αφορά ορισμούς και ταξινομικές-ιεραρχικές σχέσεις εννοιών.
- **ABox (Assertional Box)**
  - Αναπαριστά ειδική γνώση σχετική με το συγκεκριμένο πρόβλημα (extensional knowledge).
  - Η γνώση αυτή αφορά συγκεκριμένα γεγονότα σχετικά με το πρόβλημα.

# Tbox (1)

- Ορισμοί εννοιών

Woman  $\equiv$  Person  $\cap$  Female

Man  $\equiv$  Person  $\cap \neg$ Female

Υποθέσεις:

- Μόνο ένας ορισμός για κάθε έννοια επιτρέπεται.
- Οι ορισμοί είναι άκυκλοι (μια έννοια δεν ορίζεται με τον εαυτό της ούτε μέσω άλλων εννοιών που αναφέρονται έμμεσα σ' αυτήν).

# Tbox (2)

- Ταξινομικές σχέσεις-Γενικά αξιώματα

$\text{Man} \subset \text{Human}$

$\exists \text{hasChild. Person} \subseteq \text{Person}$

(Μόνο πρόσωπα μπορούν να έχουν παιδιά που είναι πρόσωπα)

Πιο αναλυτικά

(Οντότητες που έχουν τουλάχιστον ένα παιδί που είναι πρόσωπο είναι πρόσωπα)

# Abox

- Συγκεκριμένη γνώση (γεγονότα)

$\text{Man}(\text{BOB}) \text{ ή } \text{BOB} : \text{Man}$

$\text{hasChild}(\text{BOB}, \text{MARY}) \text{ ή } (\text{BOB}, \text{MARY}) : \text{hasChild}$

$\neg \text{Doctor}(\text{MARY}) \text{ ή } \text{MARY} : \neg \text{Doctor}$

# Τύποι Περιγραφικών Λογικών (ΠΛ)

## ■ Βασική ΠΛ: $\mathcal{AL}$ (Attributive Language)

Διαθέτει:

- έννοιες (concepts):  $C, D$
- ατομικές έννοιες:  $A$
- τη γενικότερη έννοια (Top):  $T$
- την έννοια πυθμένα (Bottom):  $\perp$
- τομή εννοιών:  $C \cap D$
- περιορισμό τιμής:  $\forall R.C$
- Περιορισμένη υπαρξιακή ποσοδείκτωση:  $\exists R.\perp$
- άρνηση μόνο σε ατομικές έννοιες
- Ισοδυναμία:  $C \equiv D$
- Συμπερίληψη:  $C \subseteq D$

# Τύποι Περιγραφικών Λογικών (ΠΛ)

- Βασική ΠΛ:  $\mathcal{AL}$  (Attributive Language)

Παραδείγματα:

Person, Female : ατομικές/πρωτογενείς έννοιες

Person  $\cap$  Female

Person  $\cap \neg$ Female

Person  $\cap \exists$ hasChild.T

Person  $\cap \forall$ hasChild.Female

Person  $\cap \forall$ hasChild.T

} (παραγόμενες) έννοιες

# Επεκτάσεις της $\mathcal{AL}$

- Προσθήκη «ένωσης»:  $C \cup D$  (σύμβολο  $\mathcal{U}$ )
- Προσθήκη πλήρους  $\exists$  :  $\exists R.C$  (σύμβολο  $\mathcal{E}$ )
- Προσθήκη αριθμητικών περιορισμών:  $\geq n R, \leq n R$  (σύμβολο  $\mathcal{N}$ )
- Προσθήκη άρνησης σε οποιεσδήποτε έννοιες:  $\neg C, \neg(C \cap D)$  (σύμβολο  $\mathcal{C}$ )

Ανάλογα με τις επεκτάσεις έχουμε διάφορες παραλλαγές ΠΛ:  $\mathcal{ALC}, \mathcal{ALEN}, \mathcal{ALUN}$  κλπ.

Όταν μια ΠΛ διαθέτει την επέκταση  $\mathcal{C}$ , τότε μπορεί να προσομοιώσει τα  $\mathcal{U}$  και  $\mathcal{E}$ . Οπότε π.χ.  $\mathcal{ALUE} \equiv \mathcal{ALC}$  και  $\mathcal{ALUEN} \equiv \mathcal{ALCN}$ .

# Επιπλέον Επεκτάσεις

- Ιεραρχία ρόλων (σύμβολο:  $\mathcal{H}$ )
- Περιορισμένη σύνθετη συμπερίληψη ρόλων, αντανακλαστικότητα και μη αντανακλαστικότητα, ασυμβατότητα ρόλων : (σύμβολο  $\mathcal{R}$ )
- Ονόματα (Nominals) (Απαρίθμηση κλάσεων περιορισμών σε τιμές αντικειμένων): (σύμβολο  $O$ )
- Αντίστροφες ιδιότητες: (σύμβολο  $I$ )
- Συναρτησιακές ιδιότητες: (σύμβολο:  $\mathcal{F}$ )
- Προωθημένοι (Qualified) περιορισμοί πληθικότητας: (σύμβολο  $\mathcal{Q}$ )
- Χρήση ιδιοτήτων τύπων δεδομένων, τιμών δεδομένων ή τύπων δεδομένων: (σύμβολο:  $(\mathcal{D})$ )



# Παραδείγματα ΠΛ

- $S$  είναι συντομογραφία της  $\mathcal{ALC}$  με μεταβατικούς ρόλους
- $S\mathcal{HIQ}$
- $S\mathcal{HOIN}^{(\mathcal{D})}$  (OWL-DL)
- $S\mathcal{ROIQ}^{(\mathcal{D})}$  (OWL 2)
- $S\mathcal{HIF}^{(\mathcal{D})}$  (OWL-Lite)

# Ασκήσεις

Human, Doctor,  
Professor, Female,  
hasChild, married

1.  $\exists \text{hasChild.Person} \cap \forall \text{hasChild.Male}$

Τι σημαίνει;

2. Αναπαραστήστε/Ορίστε σε DL την παρακάτω  
έννοια/κλάση:

«Άτομα που όλα τα παιδιά τους είναι είτε γιατροί  
είτε καθηγητές»

3. Αναπαραστήστε/Ορίστε σε DL την παρακάτω  
έννοια/κλάση:

«Άνδρες που έχουν παντρευτεί γιατρό και τα παιδιά  
τους είναι είτε γιατροί είτε καθηγητές»

# Απαντήσεις

Human, Doctor,  
Professor, Female,  
hasChild, married

1.  $\exists \text{hasChild.Person} \cap \forall \text{hasChild.Male}$

Οντότητες που  
τουλάχιστον ένα παιδί  
τους (child) είναι  
πρόσωπο (person).

Οντότητες που όλα τα  
παιδιά τους (children)  
είναι αγόρια.

Οντότητες που  
τουλάχιστον ένα  
παιδί τους είναι  
πρόσωπο και αγόρι.

# Απαντήσεις

Human, Doctor,  
Professor, Female,  
hasChild, married

2. Αναπαραστήστε/Ορίστε σε DL την παρακάτω  
έννοια/κλάση:

«Άτομα που όλα τα παιδιά τους είναι είτε γιατροί  
είτε καθηγητές»



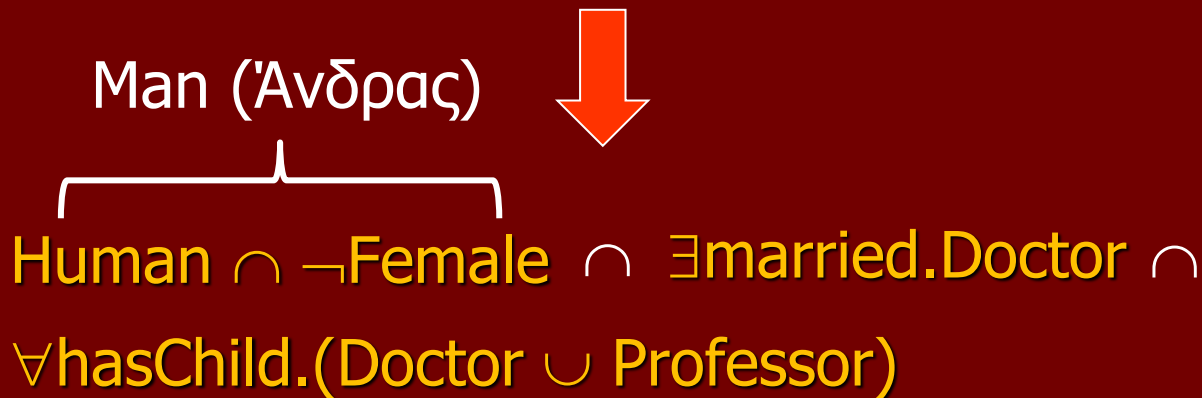
$\forall \text{hasChild.}(\text{Doctor} \cup \text{Professor})$

# Απαντήσεις

Human, Doctor,  
Professor, Female,  
hasChild, married

3. Αναπαραστήστε/Ορίστε σε DL την παρακάτω  
έννοια/κλάση:

«Άνδρες που έχουν παντρευτεί γιατρό και τα παιδιά  
τους είναι είτε γιατροί είτε καθηγητές»



# Ασκήσεις

4.  $(\geq 3 \text{ hasChild}) \cap (\leq 2 \text{ hasFemaleRelative})$

Άτομα που έχουν τουλάχιστον 3 παιδιά και το πολύ 2 γυναίκες συγγενείς

5.  $\text{Woman} \cap \leq 2 (\text{hasChild} \cap \text{hasFemaleRelative})$

Γυναίκα που έχει το πολύ 2 κόρες