UNICAL - A.A. 2006-2007

Gestione della Conoscenza

Prof. Massimo Ruffolo
Ing. Marco Manna

Capitolo 2

- …
- Elementi di Logica Descrittiva
  - Termini, equivalenze e sussunzioni
  - Ruoli
  - Nominali, termini enumerativi e domini concreti
  - TBox e ABox
- …

Elementi di
Logica Descrittiva

Termini, equivalenze
e sussunzioni

Operatori Logici

- Diverse **Logiche Descrittive** *(DL)*
  - $\mathcal{SHIQ}$ *(alla base del linguaggio **DAML+OIL**)*
  - $\mathcal{SHOIN}(\mathrm{D}_n)$ *(alla base del linguaggio **OWL**, lo standard attualmente sostenuto dal W3C)*
  - …
- Ogni *DL* si caratterizza per l'utilizzo di un certo numero di ***operatori logici*** scelti da un repertorio di operatori possibili

Termini

- **Atomici** *(indicati spesso con le lettere* **`A`** *e* **`B`***)*
  - **`DONNA`**
  - intuitivamente significa *"DONNA"*
- **Complessi** *(indicati spesso con le lettere* **`C`** *e* **`D`***)*
  - **`PERSONA`** $\sqcap$ **`FEMMINA`**
  - si legge *"PERSONA e FEMMINA"* o *"PERSONA intersezione FEMMINA"*
  - intuitivamente significa *"persona di genere femminile"*
- **Spesso chiamati**
  - **concetti** *(poiché descrivono concetti)*
  - **classi** *(poiché denotano insiemi di oggetti della realtà)*

Equivalenze

- **Equivalenza Terminologica**
  - **DONNA** ≡ **PERSONA** ⊓ **FEMMINA**
  - intuitivamente significa *"DONNA equivale a PERSONA FEMMINA"*
- **In generale**
  - **C** ≡ **D**
  - si legge *"C equivale a D"*
  - esprime l'equivalenza fra i 2 termini *"C"* e *"D"*
- **Definizione Terminologica**
  - **A** ≡ **C** (con *"A"* è atomico)
  - **DONNA** ≡ **PERSONA** ⊓ **FEMMINA**
  - definizione del termine *"DONNA"* a partire dai termini *"PERSONA"* e *"FEMMINA"*

Sussunzioni

- **Sussunzione Terminologica**
  - **`RAGAZZA ⊑ DONNA`**
  - si legge *"RAGAZZA è sussunto da DONNA"* o *"DONNA sussume RAGAZZA"*
  - intuitivamente significa *"una ragazza è una donna"*
- **In generale**
  - **`C ⊑ D`**
  - ogni individuo descritto da *"C"* è anche descritto da *"D"*
- **Simmetria**
  - **`C ≡ D`** coincide con la doppia sussunzione **`C ⊑ D`** e **`D ⊑ C`**

Enunciati Terminologici

- **Espressioni** che esprimono
  - **equivalenze** fra **termini**
  - **sussunzioni** fra **termini**
- **Assioma Terminologico**
  - **Enunciato Terminologico** assunto come vero
- **Terminologia** o **Ontologia**
  - insieme finito di **Assiomi Terminologici**
  - una teoria del primo ordine esprimibile in una *DL*

Funzione di una Ontologia

- **Definire** *relazioni* di **equivalenza** e **sussunzione** fra un certo numero di **termini**
- **Assegnare** un *significato non ambiguo* a un certo numero di **termini atomici** in base al *significato* di **altri termini**
- **Termini atomici primitivi**
  - privi di una definizione

Traduzione di termini

- Ogni **termine** *atomico* o *complesso* esprime un **predicato monàdico**
  - una **proprietà** che ciascun individuo *(di un certo universo)* può possedere o meno
- **Termini atomici predefiniti**
  - $\top$ *(top = termine universale = tutti gli individui esistenti nell'universo)*
  - $\perp$ *(bottom = insieme vuoto di individui)*
- In ***FOL*** i **predicati** sono rappresentati da formule con esattamente **una variabile libera**. Esempi di traduzione da ***DL*** a ***FOL***
  - DONNA diventa $[\mathrm{DONNA}]_x = \mathrm{DONNA}(x)$
  - PERSONA ⊓ FEMMINA diventa $[\mathrm{PERSONA} \sqcap \mathrm{FEMMINA}]_x = [\mathrm{PERSONA}]_x \wedge [\mathrm{FEMMINA}]_x = \mathrm{PERSONA}(x) \wedge \mathrm{FEMMINA}(x)$
  - $\top$ diventa $[\top]_x = (x = x)$
  - $\perp$ diventa $[\perp]_x = (x \neq x)$

Traduzione di enunciati terminologici

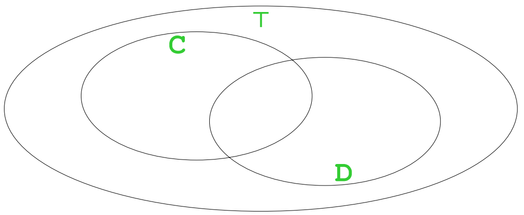
- In ***FOL*** avremo formule chiuse *(prive di variabili libere)* quantificate universalmente
  - $C \sqsubseteq D$ diventa $[C \sqsubseteq D] =$
    $= \forall x\ ([C]_x \rightarrow [D]_x)$
  - $C \equiv D$ diventa $[C \equiv D] =$
    $= \forall x\ ([C]_x \leftrightarrow [D]_x)$
- Esempi
  - $\mathrm{RAGAZZA} \sqsubseteq \mathrm{DONNA}$ diventa
    $[\mathrm{RAGAZZA} \sqsubseteq \mathrm{DONNA}] = \forall x\ ([\mathrm{RAGAZZA}]_x \rightarrow [\mathrm{DONNA}]_x) =$
    $= \forall x\ (\mathrm{RAGAZZA}(x) \rightarrow \mathrm{DONNA}(x))$
  - $\mathrm{DONNA} \equiv \mathrm{PERSONA} \sqcap \mathrm{FEMMINA}$ diventa
    $[\mathrm{DONNA} \equiv \mathrm{PERSONA} \sqcap \mathrm{FEMMINA}] =$
    $= \forall x\ ([\mathrm{DONNA}]_x \leftrightarrow [\mathrm{PERSONA} \sqcap \mathrm{FEMMINA}]_x) =$
    $= \forall x\ (\mathrm{DONNA}(x) \leftrightarrow \mathrm{PERSONA}(x) \wedge \mathrm{FEMMINA}(x))$

Negazione e disgiunzione

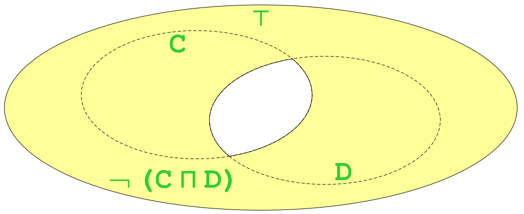
- Gli *"uomini"* sono il ***complemento*** delle *"donne"* rispetto alla totalità delle "persone". Utilizzando l'operatore $\neg$ di ***complemento*** *(negazione)* è quindi possibile definire:
  - $\mathbf{UOMO} \equiv \mathbf{PERSONA} \sqcap \neg\mathbf{FEMMINA}$ diventa
    $[\mathbf{UOMO} \equiv \mathbf{PERSONA} \sqcap \neg\mathbf{FEMMINA}] =$
    $= \forall\, x\ ([\mathbf{UOMO}]_x \leftrightarrow [\mathbf{PERSONA} \sqcap \neg\mathbf{FEMMINA}]_x) =$
    $= \forall\, x\ (\mathbf{UOMO}(x) \leftrightarrow \mathbf{PERSONA}(x) \wedge \sim\mathbf{FEMMINA}(x))$
- Un altro operatore utile è l'operatore di **unione** *(disgiunzione*, **or** *non esclusivo)*, che ci permette ad esempio di definire gli *"esseri viventi"* come **unione** di *"vegetali"* e *"animali"*:
  - $\mathbf{VIVENTE} \equiv \mathbf{VEGETALE} \sqcup \mathbf{ANIMALE}$ diventa
    $[\mathbf{VIVENTA} \equiv \mathbf{VEGETALE} \sqcup \mathbf{ANIMALE}] =$
    $= \forall\, x\ ([\mathbf{VIVENTE}]_x \leftrightarrow [\mathbf{VEGETALE} \sqcup \mathbf{ANIMALE}]_x) =$
    $= \forall\, x\ (\mathbf{VIVENTE}(x) \leftrightarrow \mathbf{VEGETALE}(x) \vee \mathbf{ANIMALE}(x))$

DL vs. Algebra Booleana

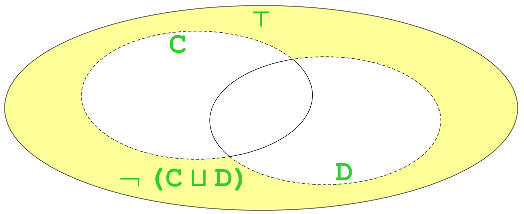
- Si noti che gli operatori $\neg$, $\sqcap$, $\sqcup$, $\top$, $\bot$ formano un'algebra booleana:
  - $\neg \top$ equivale a $\bot$
  - $\neg \neg C$ equivale a C



  - $\neg (C \sqcap D)$ equivale a $\neg C \sqcup \neg D$



  - $\neg (C \sqcup D)$ equivale a $\neg C \sqcap \neg D$



Sintesi

Termine	Semantica	→ FOL
A / B	**Insieme di Individui di tipo A** *(o B)*	$[A]_x$ *ovv.* $A(x)$
C / D	*termini arbitrari*	$[C]_x$
$C \sqcap D$	**C e D** *ovv.* **C intersezione D**	$[C]_x \wedge [D]_x$
$C \sqcup D$	**C o D** *ovv.* **C unito D**	$[C]_x \vee [D]_x$
$C \sqsubseteq D$	**C è sussunto da D**	$\forall x \ ([C]_x \rightarrow [D]_x)$
$A \equiv C$	**A è definito da C**	$\forall x \ (A(x) \leftrightarrow [D]_x)$
$C \equiv D$	**C equivale a D** *ovv.* $C \sqsubseteq D \cup D \sqsubseteq C$	$\forall x \ ([C]_x \leftrightarrow [D]_x)$
$\neg C$	**C complementato**	$\sim [C]_x$
$\top$	**Insieme di *Tutti* gli Individui**	$(x = x)$
$\bot$	**Insieme *Vuoto* di Individui**	$(x \neq x)$

Elementi di Logica Descrittiva

Ruoli

I Ruoli

- Oltre ai termini corrispondenti a predicati con un argomento *(detti, come abbiamo visto,* ***concetti*** *o* ***classi****)*, le *DL* utilizzano termini corrispondenti a **predicati a due argomenti**
- **I predicati a due argomenti** esprimono ***relazioni binarie*** fra individui della realtà
- Tali **termini** vengono detti **ruoli**
  - **ruoli** ≡ ***proprietà*** ≡ ***attributi*** ≡ ***relazioni***

Quantificatore Esistenziale

- Esempio di enunciato terminologico con un ***ruolo***
  - **MADRE** $\sqsubseteq$ $\exists$**GenDi**
  - intuitivamente significa *"ogni madre è genitore di almeno un individuo"*
  - si legge *"MADRE è sussunto dall'INSIEME DEGLI INDIVIDUI che sono GENITORI di QUALCUNO"*
  - $\exists$**GenDi** = termine complesso formato dal *quantificatore esistenziale* $\exists$ ed il *ruolo* **GenDi**
- Traduzione in ***FOL*** *(una formula dotata di un'unica variabile libera x, mentre y è vincolata da $\exists$)*
  - **MADRE** $\sqsubseteq$ $\exists$**GenDi** diventa

    $[\mathbf{MADRE} \sqsubseteq \exists \mathbf{GenDi}] = \forall x\ ([\mathbf{MADRE}]_x \rightarrow [\exists \mathbf{GenDi}]_x) =$

    $= \forall x\ (\mathbf{MADRE}(x) \rightarrow \exists y\ \mathbf{GenDi}(x, y))$

Quantificatore Esistenziale Qualificato

- Esempio
  - **∃GenDi.FEMMINA**
  - denota l'insieme di *"tutti gli individui"* dell'universo che sono *"genitori"* di almeno un *"individuo"* di sesso *"femminile"*
  - si legge *"l'INSIEME DEGLI INDIVIDUI che sono GENITORI di almeno una FEMMINA"*
- Traduzione
  - **∃R.C** diventa
    $[\exists \mathtt{R.C}]_x = \exists\, y\,(\mathtt{R}(x, y) \wedge [\mathtt{C}]_y)$
  - **∃GenDi.FEMMINA** diventa
    $[\exists \mathtt{GenDi.FEMMINA}]_x = \exists\, y\,(\mathtt{GenDi}(x, y) \wedge [\mathtt{FEMMINA}]_y) =$
    $= \exists\, y\,(\mathtt{GenDi}(x, y) \wedge \mathtt{FEMMINA}(y))$

Quantificatore Universale

- Esempio
  - $\forall$GenDi.FEMMINA
  - si legge *"l'insieme degli INDIVIDUI dell'universo che sono GENITORI di sole FEMMINE"*
- Traduzione
  - $\forall$R.C diventa

    $[\forall \mathrm{R.C}]_x = \forall y\,(\mathrm{R}(x, y) \rightarrow [\mathrm{C}]_y)$
  - $\forall$GenDi.FEMMINA diventa

    $[\forall \mathrm{GenDi.FEMMINA}]_x = \forall y\,(\mathrm{GenDi}(x, y) \rightarrow [\mathrm{FEMMINA}]_y) =$

    $= \forall y\,(\mathrm{GenDi}(x, y) \rightarrow \mathrm{FEMMINA}(y))$

Identità tra Quantificatori

- $\neg\exists$ **R.C** diventa $\forall$ **R.**$\neg$**C**
- $\neg\exists$ **R** diventa $\forall$ **R.**$\bot$
- $\neg\forall$ **R.C** diventa $\exists$ **R.**$\neg$**C**
- $\forall$ **R** diventa $\forall$ **R.**$\top$

Il ruolo inverso

- Esprimiamo il ruolo *"FiglioDi"* partendo dal ruolo *"GenDi"* attraverso la notazione *"GenDi* ⁻*"*
  - $\mathtt{FiglioDi} \equiv \mathtt{GenDi}^{-}$
- **Esempio**
  - $\exists\, \mathtt{GenDi}^{-}.\mathtt{FEMMINA}$ diventa
    $[\exists\, \mathtt{GenDi}^{-}.\mathtt{FEMMINA}]_x = \exists\, y\, (\mathtt{GenDi}\,(y, x) \wedge [\mathtt{FEMMINA}]_y)$
  - $\forall\, \mathtt{GenDi}^{-}.\mathtt{FEMMINA}$ diventa
    $[\forall\, \mathtt{GenDi}^{-}.\mathtt{FEMMINA}]_x = \forall\, y\, (\mathtt{GenDi}\,(y, x) \rightarrow [\mathtt{FEMMINA}]_y)$
- **In generale**
  - $\mathtt{R}$ esprime la relazione binaria $\mathtt{R}\,(x, y)$
  - $\mathtt{R}^{-}$ esprime la relazione binaria $\mathtt{R}\,(y, x)$
  - $\exists\, \mathtt{R}^{-}.\mathtt{C}$ diventa $[\exists\, \mathtt{R}^{-}.\mathtt{C}]_x = \exists\, y\, (\mathtt{R}\,(y, x) \wedge [\mathtt{C}]_y)$
  - $\forall\, \mathtt{R}^{-}.\mathtt{C}$ diventa $[\forall\, \mathtt{R}^{-}.\mathtt{C}]_x = \forall\, y\, (\mathtt{R}\,(y, x) \rightarrow [\mathtt{C}]_y)$

Dominio e Codominio (1)

- I ruoli, in generale, hanno **senso** solo limitatamente a certi sottoinsiemi dell'universo
- Esempio
    - `GenDi` mette in relazione fra loro due persone, mentre non ha senso se applicato, poniamo, alle pietre o alle nuvole.
- Ad un ruolo `R` si associano quindi due insiemi di individui, detti il ***dominio*** e il ***codominio*** del ruolo, che rappresentano gli insiemi di individui sui cui pensiamo variare le variabili x e y nell'espressione $\mathtt{R}(x,y)$

Dominio e Codominio (2)

- Definizione di dominio **D** e il codominio **C** di un ruolo **R**
  - $\top \sqsubseteq \forall\, \mathtt{R.C}$ *(definizione del dominio* D*)* - in FOL $\forall x\ \forall y\ (\mathtt{R}(x, y) \rightarrow [\mathtt{C}]_y)$
  - $\top \sqsubseteq \forall\, \mathtt{R}^{-}\mathtt{.D}$ *(definizione del codominio* C*)* - in FOL $\forall x\ \forall y\ (\mathtt{R}(y, x) \rightarrow [\mathtt{D}]_y)$
- Esempio
  - $\top \sqsubseteq \forall$ **ProprietarioDi.BENE**
    - *"definizione di **dominio** dato dall'insieme degli INDIVIDUI (PERSONE) che sono PROPRIETARI di **soli** BENI"*
  - $\top \sqsubseteq \forall$ **ProprietarioDi⁻.PERSONA**
    - *"definizione di **codominio** dato l'insieme degli INDIVIDUI (BENI) che sono POSSEDUTI da **sole** PERSONE"*
- Notazione abbreviata
  - **R : D → C**
  - **ProprietarioDi : PERSONA → BENE**

Vincoli di cardinalità (1)

- È possibile esprimere sui ***ruoli***
  - vincoli di *cardinalità semplice*
    - **`≤nR`** **`≥nR`**
  - oppure vincoli di *cardinalità qualificata*
    - **`≤nR.C`** **`≥nR.C`**
- Il simbolo **`n`** rappresenta un intero senza segno
- Esempio
  - **`GEN3F ≡ ≥3GenDi.FEMMINA`**
    - *"definizione di GEN3F dall'insieme degli individui che sono genitori di almeno tre figlie"*

Vincoli di cardinalità (2)

- Traduzioni in FOL
  - **≤nR** diventa
    $[\leq n R]_x = \exists_{\leq n}\, y\ R(x, y)$
  - **≥nR** diventa
    $[\geq n R]_x = \exists_{\geq n}\, y\ R(x, y)$
  - **≤nR.C** diventa
    $[\leq n R.C]_x = \exists_{\leq n}\, y\ (R(x, y) \wedge [C]_y)$
  - **≥nR.C** diventa
    $[\geq n R.C]_x = \exists_{\geq n}\, y\ (R(x, y) \wedge [C]_y)$

Cardinalità Esatta

- Definizioni
  - $=n\mathtt{R} \triangleq \leq n\mathtt{R} \sqcap \geq n\mathtt{R}$
  - $=n\mathtt{R.C} \triangleq \leq n\mathtt{R.C} \sqcap \geq n\mathtt{R.C}$
- Osservazioni
  - $\geq 1\mathtt{R.C}$ equivale a $\exists\mathtt{R.C}$
  - $\leq 0\mathtt{R.C}$ equivale a $\neg\exists\mathtt{R.C}$
  - $\geq 0\mathtt{R.C}$ equivale a $\top$
    - *“l’insieme di tutti gli individui che hanno una relazione di tipo R con zero o più individui”*
    - indipendentemente dal ruolo **R**, tutti gli individui del dominio soddisfano questa condizione

Ruoli Funzionali (1)

- Una ***relazione funzionale*** è una ***relazione binaria*** t.c. ogni elemento del dominio è in relazione con ***al più*** un elemento del codominio.
- Un tale ruolo è detto ***ruolo funzionale***
- Esempio
  - **`MoglieDi : DONNA`** $\rightarrow$ **`UOMO`**
    - $\top \sqsubseteq \forall$ **`MoglieDi.UOMO`**
    - $\top \sqsubseteq \forall$ **`MoglieDi⁻.DONNA`**
  - Nel nostro ordinamento legale, il **ruolo** **`MoglieDi`** è **funzionale** perché ogni donna può avere al più un marito (per volta, s'intende)
    - **`DONNA`** $\sqsubseteq \leq$**`1MoglieDi`**
    - *è sufficiente affermare che la classe delle donne coincide con la classe degli individui che hanno al più un marito.*

Ruoli Funzionali (2)

- Si noti che **`DONNA`** $\sqsubseteq$ $\leq$**`1MoglieDi`** non elimina la necessità di definire comunque il dominio di **`MoglieDi`** attraverso $\top \sqsubseteq \forall$ **`MoglieDi.UOMO`**

- Da sola **`DONNA`** $\sqsubseteq$ $\leq$**`1MoglieDi`** non esclude la possibilità che il dominio di **`MoglieDi`** sia più ampio dell'insieme delle donne

Funzioni

- Una **funzione** è una **relazione funzionale** in cui ogni elemento del dominio è in relazione con almeno un elemento del codominio: *la relazione è totale sul dominio.*
- Ogni funzione mette in relazione
  - **ciascun** elemento del dominio *(argomento della funzione)*
  - con **esattamente** un elemento del codominio *(valore della funzione corrispondente all'argomento)*
- Esempio
  - `MadreDi : DONNA` $\rightarrow$ `PERSONA`
    - dove il ruolo `MadreDi`$^-$ associa ad ogni persona la propria madre *(che esiste ed è unica)*
  - `PERSONA` $\sqsubseteq$ `=1MadreDi`$^-$
    - `MadreDi`$^-$ deve essere una funzione poiché ad ogni figlio **deve essere obbligatoriamente** associata una ed una sola madre

Sussunzione fra Ruoli

- In molte DL è consentito esprimere sussunzioni ed equivalenze fra ruoli con espressioni della forma:
  - $\mathtt{R} \sqsubseteq \mathtt{S}$ diventa in FOL $\forall x\, \forall y\, (\mathtt{R}(x, y) \rightarrow \mathtt{S}(x, y))$
  - $\mathtt{R} \equiv \mathtt{S}$ diventa in FOL $\forall x\, \forall y\, (\mathtt{R}(x, y) \leftrightarrow \mathtt{S}(x, y))$
- Esempio
  - $\mathtt{GenitoreDi} \sqsubseteq \mathtt{ParenteDi}$
    - *un genitore è una specie di parente*
  - $\mathtt{FilgioDi} \equiv \mathtt{GenitoreDi}^{-}$
    - *FiglioDi è l'inverso di GenitoreDi*
- Proprietà Simmetrica
  - $\mathtt{R} \sqsubseteq \mathtt{R}^{-}$ diventa in FOL $\forall x\, \forall y\, (\mathtt{R}(x, y) \rightarrow \mathtt{R}(y, x))$
  - $\mathtt{FratelloDi} \sqsubseteq \mathtt{FratelloDi}^{-}$

Composizione di Ruoli

- In alcune ***DL*** è possibile costruire ***ruoli complessi*** utilizzando l'operatore $\circ$ di **composizione**.
- Dati due ruoli **R** ed **S**:
  - $\mathbf{R} \circ \mathbf{S}$ diventa in FOL $\exists z\ (\mathbf{R}(x, z) \land \mathbf{S}(z, y))$
- La composizione di ruoli è molto utile, ma spesso non viene ammessa perché è problematica per la decidibilità della logica.

Proprietà Transitiva

- **Definizione**
  - $(R \circ R) \sqsubseteq R$ diventa in FOL
    $\forall x\, \forall y\, (\exists z\, (R(x, z) \wedge R(z, y)) \rightarrow R(x, y))$
- Molte ***DL*** (tra cui $\mathcal{SHOIN}(D_n)$ per OWL) pur non consentendo la composizione di ruoli, prevedono un assioma terminologico per *dichiarare* un ruolo come transitivo
  - $\mathit{Tr}(R)$
- **Equivalenza**
  - $\forall(R \circ S).C$ equivale a $\forall(R.(\forall S.C)$
  - $\exists(R \circ S).C$ equivale a $\exists(R.(\exists S.C)$

Sintesi sui Ruoli

Termine	Semantica	→ FOL
∃R	Insieme di Individui con ruolo R su *qualche* Individuo	$[\exists R]_x$ *ovv.* $\exists\, y\, R(x, y)$
∃R.C	Insieme di Individui con ruolo R su *almeno* un individuo di tipo C	$\exists\, y\, (R(x, y) \wedge [C]_y)$
∀R.C	Insieme di Individui con ruolo R su *soli* individui di tipo C	$\forall\, y\, (R(x, y) \rightarrow [C]_y)$
…	…	…

Elementi di
Logica Descrittiva

Nominali,
termini enumerativi
e domini concreti

Nominali e termini enumerativi

- Nelle ontologie è possibile fare riferimento ad individui specifici utilizzando simboli `a`, `b`, `c`, … detti comunemente ***nominali*** e corrispondenti alle *costanti individuali* di FOL
- Dati `n` nominali a_1, …, a_n è possibile definire il ***termine enumerativo***
  - $\{a_1, \ldots, a_1\}$ diventa in FOL $[\{a_1, \ldots, a_1\}] =$
    $= (x = a_1 \vee \ldots \vee x = a_n)$
- Esempio
  - $\text{COLORE-RGB} \equiv \{\text{red}, \text{green}, \text{blue}\}$ diventa in FOL
    $\forall x\ (\text{COLORE-RGB}(x) \leftrightarrow x = \text{red} \vee x = \text{green} \vee x = \text{blue})$

Unicità dei nomi

- Nelle DL *(contrariamente a quanto avviene in FOL, ma analogamente a quanto avviene nelle basi di dati)* si assume a volte *(ma non sempre)* l'unicità dei nomi
  - UNA = unique name assumption
  - due nominali distinti non possono fare riferimento allo stesso individuo dell'universo
- Ciò è considerato irrealistica nell'ambito del *web*, che costituisce uno dei contesti applicativi più interessanti per le ***DL***
- In termini logici, se si utilizzano n nominali $a_1, \ldots, a_n$ l'assunzione di unicità del nome equivale alle $n(n-1)/2$ asserzioni:
  - $a_1 \neq a_2,\ a_1 \neq a_3,\ \ldots,\ a_{n-1} \neq a_n$
  - o più concisamente $\neq(a_1,\ \ldots,\ a_2)$

Domain Closure Assumption

- L’assunzione di **chiusura del dominio/universo** *(DCA, domain closure assumption)* consiste nell’ipotesi che
  - l’**universo** di tutti gli **individui** contenga soltanto gli individui cui si fa riferimento con un **nominale** presente nel sistema
  - esistono soltanto gli individui che hanno un nome
- Questa assunzione ***non viene mai adottata*** nel campo delle DL

- L’**assunzione del mondo chiuso** *(CWA, closed world assumption)*, anch’essa estranea alle DL, verrà trattata in seguito

Domini concreti

- Nelle applicazioni delle ***DL*** è spesso importante rappresentare *insiemi di valori costanti* chiamati ***domini concreti***
- Consideriamo tali valori alla stregua di nominali appartenenti a insiemi denotati da termini atomici come
  - NATURAL / INTEGER / FLOAT
  - CHARACTER / STRING
- Nelle ***DL*** non sono, in genere, disponibili le operazioni tipicamente associate a tali insiemi
- Esempio
  - `Eta : PERSONA` $\rightarrow$ `NATURAL`
  - `PERSONA` $\sqsubseteq$ `=1Età`

Elementi di Logica Descrittiva

TBox e ABox

Introduzione

- Un sistema di rappresentazione della conoscenza è costituito di una **TBox** e di una **ABox**
  - La **TBox** contiene ***assiomi terminologici*** e definisce un'ontologia
  - La **ABox** contiene invece ***conoscenze fattuali*** espresse sotto forma di asserzioni

ABox

- Nelle ***DL*** si possono esprimere diversi tipi di conoscenze fattuali
  - **C(a)** *(C = termine arbitrario, a = nominale)*
  - **R(a,b)** *(R = ruolo, a,b = nominali)*
- Esempio
  - **MADRE(elisa)** diventa in FOL
    MADRE(elisa)
  - **DONNA** $\sqcap$ $\exists$**GenDi(elisa)** diventa in FOL
    DONNA(laura) $\wedge$ $\exists y$ **GenDi(laura,**y**)**
  - **GenDi(elisa,gino)** diventa in FOL
    GenDi(elisa,gino)

Closed World Assumption

- Tale assunzione è tipica delle basi di dati e di molti sistemi d'intelligenza artificiale
- Questa assunzione non viene adottata nelle ***DL.*** Essa suonerebbe
  - tutto ciò che è esplicitamente asserito nell'ABox è vero
  - tutto ciò che non è esplicitamente asserito nell'ABox è falso
- Essa presuppone la conoscenza completa del mondo dell'applicazione
  - non è possibile assumere rispetto a un fatto una posizione neutrale
- La semantica dell'**ABox** delle ***DL*** è **invece** compatibile con una situazione di conoscenza parziale
  - di alcune asserzioni si sa che sono vere
  - di altre che sono false
  - di altre ancora non si sa nulla