

Laurea Specialistica in Informatica  
a.a. 2007-2008

## Interazione Uomo-Macchina II:

Laboratorio di Interfacce Intelligenti

Fiorella de Rosis

---

Esercitazione 1

## Ragionamento logico: formalizzazione e risoluzione

Tutor esercitazione: Nicole Novielli

### Prerequisiti

Concetti di base su formalizzazione e risoluzione

### Materiale

- Dispense del corso, Unità 1 (reperibili sul sito web)

### Obiettivi

- Simulare la formalizzazione di un dialogo in linguaggio naturale: formalizzare frasi da NL a linguaggio logico e viceversa
- Simulare i diversi approcci al ragionamento logico (risoluzione grezza vs ordinata, strategia forward vs backward etc.)

## Formalizzazione: perché è importante?...

Nella lezione sulla formalizzazione abbiamo visto che i sistemi di dialogo lavorano

- ✓ Rappresentando internamente in forma simbolica frasi in LN (formule in un linguaggio del prim'ordine)

### Da Es 2.5

Oz: *Il mio nome è Valentina*

$\text{Name}(S, \text{Valentina})$

**S è lo speaker**

Oz: *Mangiare a orari fissi **aiuta ad** evitare di saltare i pasti*

$\forall x (\text{Person}(x) \wedge \text{EatAtFixedTime}(x)) \rightarrow \text{AvoidJumpMeal}(x)$

**Conoscenza implicita**

Oz: *Sono qui per darti dei suggerimenti su come migliorare la tua dieta*

$\text{Goal } S (\text{Suggest}(S, \text{HowToImprove}^\circ(\text{diet})))$

**Uso di funtori**

## ...Formalizzazione: perché è importante?...

- ✓ ragionando sulla forma simbolica

- Rappresentazione in **forma di clausole**  $\{\neg R(x), F(x)\}$
- **Unificazione** per 'istanziare' la conoscenza generale

$\text{Implies}(a, g)$  e  $\text{Implies}(R, \text{GoodHealth})$   
sono unificabili con la sostituzione:  $\{a/R, g/\text{GoodHealth}\}$

- **Principio di Risoluzione**

1  $\{\neg P(x), Q(x)\}$

2  $\{\neg Q(A), R(B)\}$

3  $\{\neg P(A), R(B)\}$  (1,2) con  $\lambda = \{x/A\}$

- Risoluzione **grezza** vs **ordinata** e possibili utilizzi

Dimostrazione di inconsistenza

Risposte a domande T/F

Quesiti 'Fill-in the blank'

- Simulazione di ragionamento **forward** e **backward**

## ...Formalizzazione: perché è importante?

✓ traducendo il risultato del ragionamento in messaggi in linguaggio naturale o multimediali

$\forall x \forall y (Person(x) \wedge Hungry(x) \wedge Food(y)) \rightarrow ShouldEat(x,y)$

*"Bisognerebbe mangiare solo se si ha fame" (Es 2.5)*

$\forall x HealthyDiet(x) \rightarrow FewFats(x)$

*"Limitare la dose di grassi ... rappresenta un elemento fondamentale di una dieta sana" (Es 2.5)*

Proviamo ad applicare questi concetti ad un nuovo esempio ...

**...riprendiamo l'esempio dell'American Express**

S: A at American Express may I help you?

U: yeah this is B. I need to make some travel arrangements  
[recording notification, charge number, travel advance, phone]

S: ok and what do you need to do?

U: ok on June sixth from San Jose to Denver, United

S: leaving at what time?

U: I believe there's one leaving at eleven o'clock in the morning

S: yeah that's United flight four seventy

U: ok

S: leaves at eleven a.m. and arrives Denver at two twenty p.m. out of San Jose

U: that's the one

S: and a return?

U: return June seventh

S: leaving at what time?

U: uh I believe there's one at five sixteen

S: yeah that's United flight six fifty nine it arrives back into San Jose at six forty two

U: ok

...

**Di che cosa ho bisogno per simulare questo dialogo?**

## Una rappresentazione della base di conoscenza sul dominio

### Domain model

Es.:

Company(F1, United)  $\wedge$  Number(F1, 659)  $\wedge$  Leaves(F1, San Josè , 11)  $\wedge$  Arrives(F1, Denver , 14)  
Company(F2, United)  $\wedge$  Number(F2, 659)  $\wedge$  Leaves(F2, San Josè , 11)  $\wedge$  Arrives(F2, Denver , 14)  
Company(F3, United)  $\wedge$  Number(F3, 657)  $\wedge$  Leaves(F3, Los Angeles , 10)  $\wedge$  Arrives(F3, Denver , 13)  
Company(F4, United)  $\wedge$  Number(F4, 772)  $\wedge$  Leaves(F4, San Josè , 12)  $\wedge$  Arrives(F4, Las Vegas , 14)  
...

## Una rappresentazione della richiesta formulata dall'utente

Company(x, United)                      U vuole un volo x della United  
 $\wedge$  Leaves(x, San Josè, 11)      che parta da San Josè alle 11  
 $\wedge$  Arrives(x, Denver, t2)      e che arrivi a Denver (non specifica l'ora, quindi t2)  
-> WantsToBuy(U,x)

Proviamo a risolvere: in modo forward (letterale positivo alla fine)...

1. { $\neg$ Company(x,United),  $\neg$ Number(x, z),  $\neg$ Leaves(x, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(x, Denver, t2), WantsToBuy(U,x)}
2. {Company(F1, United)}
3. {Company(F2, United)}
4. {Company(F3, United)}
5. {Company(F4, Continental)}
6. {Number(F1, 657)}
7. {Number(F2, 470)}
8. {Number(F3, 102)}
9. {Number(F4, 772)}
10. {Leaves(F1, Los Angeles , 10)}
11. {Leaves(F2, San Josè , 11)}
12. {Leaves(F3, San Josè , 12)}
13. {Leaves(F4, San Josè , 11)}
14. {Arrives(F1, Denver , 13)}
15. {Arrives(F2, Denver , 14)}
16. {Arrives(F3, Las Vegas , 14)}
17. {Arrives(F4, Denver , 13)}
18. { $\neg$ WantsToBuy(U,x), Ans(x)}

che tipo di quesito formulo?

fill-in the blank

19. { $\neg$ Number(F1, z),  $\neg$ Leaves(F1, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F1, Denver, t2), WantsToBuy(U,F1)} (1,2)
20. { $\neg$ Number(F2, z),  $\neg$ Leaves(F2, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F2, Denver, t2), WantsToBuy(U,F2)} (1,3)
21. { $\neg$ Number(F3, z),  $\neg$ Leaves(F3, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F3, Denver, t2), WantsToBuy(U,F3)} (1,4)
22. { $\neg$ Leaves(F1, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F1, Denver, t2), WantsToBuy(U,F1)} (6,19)
23. { $\neg$ Leaves(F2, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F2, Denver, t2), WantsToBuy(U,F2)} (7,20)
24. { $\neg$ Leaves(F3, San Josè, 11),  $\neg$ Arrives(F3, Denver, t2), WantsToBuy(U,F3)} (12,21)
25. { $\neg$ Arrives(F2, Denver, t2), WantsToBuy(U,F2)} (11,23)
26. {WantsToBuy(U,F2)} (15,25)

Risolvo...

27. {Ans(F2)} (18,26)

... e backward (letterale positivo all'inizio)

1. {WantsToBuy(U,x), ¬Company(x,United), ¬Number(x, z), ¬Leaves(x, San Josè, 11), ¬Arrives(x, Denver, t2)}
2. {Company(F1, United)}
3. {Company(F2, United)}
4. {Company(F3, United)}
5. {Company(F4, Continental)}
6. {Number(F1, 657)}
7. {Number(F2, 470)}
8. {Number(F3, 102)}
9. {Number(F4, 772)}
10. {Leaves(F1, Los Angeles , 10)}
11. {Leaves(F2, San Josè , 11)}
12. {Leaves(F3, San Josè , 12)}
13. {Leaves(F4, San Josè , 11)}
14. {Arrives(F1, Denver , 13)}
15. {Arrives(F2, Denver , 14)}
16. {Arrives(F3, Las Vegas , 14)}
17. {Arrives(F4, Denver , 13)}
18. {¬WantsToBuy(U,x), Ans(x)}

- 
19. {¬Company(x,United), ¬Number(x, z), ¬Leaves(x, San Josè, 11), ¬Arrives(x, Denver, t2), Ans(x)} (1,18)
  20. {¬Number(F1, z), ¬Leaves(F1,San Josè, 11), ¬Arrives(F1, Denver, t2), Ans(F1)} (2,19)
  21. {¬Number(F2, z), ¬Leaves(F2,San Josè, 11), ¬Arrives(F2, Denver, t2), Ans(F2)} (3,19)
  22. {¬Number(F3, z), ¬Leaves(F3,San Josè, 11), ¬Arrives(F3, Denver, t2), Ans(F3)} (4,19)
  23. {¬Leaves(F1,San Josè, 11), ¬Arrives(F1, Denver, t2), Ans(F1)} (6,20)
  24. {¬Leaves(F2,San Josè, 11), ¬Arrives(F2, Denver, t2), Ans(F2)} (7,21)
  25. {¬Leaves(F3,San Josè, 11), ¬Arrives(F3, Denver, t2), Ans(F3)} (8,22)
  26. {¬Arrives(F2, Denver, t2), Ans(F2)} (11,24)

27. {Ans(F2)} (15,26)

**Mi porto dietro Ans,  
durante tutto il processo di risoluzione**

Rispetto alla risoluzione mostrata (forward o backward):

*Possiamo dire che S ha effettuato un vero e proprio 'ragionamento'?*

*E' stata inferita nuova conoscenza?*

*Che differenza c'è tra il processo di risoluzione e una semplice selezione?*

**Proviamo a complicare la situazione...**

S: A at American Express may I help you?

U: yeah, this is B. I need to make some travel arrangements

S: ok

U: I would like to go from Campbell to Denver. I don't drive and get sick in the bus

Formalizziamo la nuova conoscenza su U...

S comprende che U vuole andare da Denver da Campbell...

Assumiamo infatti che il sistema abbia il modo per dedurre da una Inform U StartingCity(U) = "Campbell" la porzione di conoscenza

LeavingFrom(U, StartingCity(U)).

Per unificazione ottengo quindi LeavingFrom (U, Campbell).

Analogamente per le altre informazioni

¬DrivingCar(U)

NauseaInBus(U)

LeavingFrom(U, Campbell)

GoingTo(U, Denver)

...ma S sa anche che non ci sono voli da Campbell a Denver

S prova a fare una ricerca, e non trova voli...

**Cosa può fare S?**

**Cosa può fare S?**

S sa di non poter offrire ad U una soluzione che gli consenta di viaggiare direttamente da Campbell a Denver

**Prova a fare una ricerca e non trova voli...**

S sa inoltre che ci sono tre città nei dintorni di Campbell e sono possibili candidate a diventare città di partenza in base alla distanza dal posto in cui vive U

$\forall a \forall b \text{ LessThan}(15\_miles, \text{Distance}(a,b)) \rightarrow \text{CloseTo}(a, b)$

S sa inoltre che se un posto b è sufficientemente vicino alla città da cui U vuole partire e U può raggiungere a allora S può assumere b come città di partenza di U

$\text{CloseTo}(a,b) \wedge \text{LeavingFrom}(u,a) \wedge \text{CanGo}(u,b) \wedge \text{GoingTo}(u,c) \wedge \text{AirLink}(b, c) \rightarrow \text{LeavingFrom}(u,b)$

S prova cioè ad inferire un possibile goal di U, a partire dalla conoscenza in suo possesso...

**Come fare?**

## Proviamo a risolvere sapendo che:

- Conoscenza generale sul dominio e sull'utente
  - Se U non guida, preferisce i trasporti pubblici
  - L'autobus e il treno sono mezzi pubblici
  - U può prendere i mezzi pubblici che non gli creano problemi (quindi, poiché ha la nausea in bus, non può prenderlo)
- Conoscenza specifica
  - DrivingCar(U)
  - NauseaInBus(U)
  - NauseaInTrain(U)
- E che
  - Ci sono dei collegamenti via treno e via bus con le città limitrofe candidate ad essere città di partenza per U, secondo quanto detto in precedenza

## Il dialogo finale dovrà essere il seguente...

*S: A at American Express may I help you?*

*U: yeah, this is B. I need to make some travel arrangements*

*S: ok*

*U: I would like to go from Campbell to Denver. I don't drive and get sick in the bus*

*S: There are no direct flights from Campbell to Denver. I can see whether there is any city nearby which is connected to Denver with a direct flight*

*U: ok*

- a. Simulare il ragionamento (in modo backward e forward) sapendo che c'è più di una città vicina a Campbell e collegata ad essa via treno o via bus e che solo San José ha un collegamento ferroviario e un aeroporto con voli diretti per Denver

## ...il dialogo finale dovrà essere il seguente...

*S: You could leave from San Josè: there are several direct flights from San Jose to Denver and you can go from Campbell to San Josè by train.*

- b. Come fa S a fornire questa risposta? Da quale formula parte per generare la sua risposta in linguaggio naturale? Come utilizza le informazioni di cui ha tenuto traccia nel processo di risoluzione?

*S: If you are interested, I can check the flights from San Josè to Denver. Would you like me to search for a flight?*

*U: ok.*

- c. Come cambia ora il mio user model? Da dove vuole partire? Dove vuole arrivare?
- d. S guarda i voli diretti che collegano San Josè a Denver e si chiede quale sia il migliore per U (quesito di tipo Fill-in the blank). Quale sarà la risposta finale di S?

## Risolviamo

$\neg \text{DrivingCar}(U)$   
 $\text{NauseaInBus}(U)$   
 $\text{LeavingFrom}(U, \text{Campbell})$   
 $\text{GoingTo}(U, \text{Denver})$

*S: A at American Express may I help you?*  
*U: yeah, this is B. I need to make some travel arrangements*  
*S: ok*  
*U: I would like to go from Campbell to Denver. I don't drive and get sick in the bus*

*S sa che se un Utente dichiara di voler partire da una certa città  $c1$  e di voler arrivare in una data città  $c2$ , deve formalizzare la sua query in modo coerente con tali richieste. Supponiamo che il sistema ricerchi prima di tutto voli ( $f$ ), quindi la sua strategia per la costruzione della query è definita dalle seguenti:*

*a.  $\forall u, f \text{ LeavingFrom}(u, c1) \wedge \text{WantsToLeaveAt}^*(u) \rightarrow \text{Leaves}(f, c1, \text{WantsToLeaveAt}^*(u))$*

*b.  $\forall u, f \text{ GoingTo}(u, c2) \wedge \text{WantsToArriveAt}^*(u) \rightarrow \text{Arrives}(f, c2, \text{WantsToArriveAt}^*(u))$*

*Semplifichiamo sostituendo ai funtori rispettivamente  $t1$  e  $t2$ , variabili che indicano l'ora di partenza e arrivo*  
*Ottengo*

$\text{Leaves}(f, c1, t1)$  e  $\text{Arrives}(f, c2, t2)$

*Il sistema quindi ricerca un volo con le suddette caratteristiche assumendo che, se tale volo esiste,  $u$  vorrà comprarlo*

*c.  $\forall u, f, c \text{ Company}(f, c) \wedge \text{Number}(f, z) \wedge \text{Leaves}(f, c1, t1) \wedge \text{Arrives}(f, c2, t2) \rightarrow \text{WantsToBuy}(u, f)$*

**Formalizzando in clausole e istanziando, dove posso, ottengo**

$\{ \neg \text{Company}(x, c), \neg \text{Number}(x, z), \neg \text{Leaves}(x, \text{Campbell}, t1), \neg \text{Arrives}(x, \text{Denver}, t2), \text{WantsToBuy}(U, x) \}$



*S formalizza la richiesta dell'utente*

1. {WantsToBuy(U,x), ¬Company(x,c), ¬Number(x,z), ¬Leaves(x, Campbell, t1), ¬Arrives(x, Denver, t2)}
2. {Company(F1, United)}
3. {Company(F2, United)}
4. {Company(F3, United)}
5. {Company(F4, Continental)}
6. {Number(F1, 657)}
7. {Number(F2, 470)}
8. {Number(F3, 102)}
9. {Number(F4, 772)}
10. {Leaves(F1, Los Angeles, 10)}
11. {Leaves(F2, San José, 11)}
12. {Leaves(F3, San José, 12)}
13. {Leaves(F4, San José, 11)}
14. {Arrives(F1, Denver, 13)}
15. {Arrives(F2, Denver, 14)}
16. {Arrives(F3, Las Vegas, 14)}
17. {Arrives(F4, Denver, 13)}
18. {¬WantsToBuy(U,x), Ans(x)}

*S cerca nel suo database di voli...*

*...uno che soddisfi le richieste di U*

19. {¬Company(x,c), ¬Number(x,z), ¬Leaves(x, Campbell, t1), ¬Arrives(x, Denver, t2), Ans(x)} (1,18)
20. {¬Number(F1, z), ¬Leaves(F1, Campbell, t1), ¬Arrives(F1, Denver, t2), Ans(F1)} (2,19)
21. {¬Number(F2, z), ¬Leaves(F2, Campbell, t1), ¬Arrives(F2, Denver, t2), Ans(F2)} (3,19)
22. {¬Number(F3, z), ¬Leaves(F3, Campbell, t1), ¬Arrives(F3, Denver, t2), Ans(F3)} (4,19)
23. {¬Number(F4, z), ¬Leaves(F4, Campbell, t1), ¬Arrives(F4, Denver, t2), Ans(F4)} (5,19)
24. {¬Leaves(F1, Campbell, t1), ¬Arrives(F1, Denver, t2), Ans(F1)} (6,20)
25. {¬Leaves(F2, Campbell, t1), ¬Arrives(F2, Denver, t2), Ans(F2)} (7,21)
26. {¬Leaves(F3, Campbell, t1), ¬Arrives(F3, Denver, t2), Ans(F3)} (8,22)
27. {¬Leaves(F4, Campbell, t1), ¬Arrives(F4, Denver, t2), Ans(F4)} (9,23)

*La ricerca di S si ferma qui*

*S: There are no direct flights from Campbell to Denver. I can see whether there is any city nearby which is connected to Denver with a direct flight*  
*U: ok*

*Nuovo obiettivo di S: cercare una città vicina a Campbell che abbia dei collegamenti con Denver*

**Impostiamo il problema**

1. ¬DrivingCar(U)
2. NausealInBus(U)
3. ¬NausealInTrain(U)
4. LeavingFrom(U,Campbell)
5. GoingTo(U,Denver)
6. ¬NausealInBus(u), ¬CanTake(u,BUS)
7. NausealInTrain(u), CanTake(u,TRAIN)

*Conoscenza specifica su U*

8. PublicLink(BUS)
9. PublicLink(TRAIN)
10. DrivingCar(u),PrefersPublicLink(u)
11. ¬PrefersPublicLink(u), ¬PublicLink(y), ¬CanTake(u,y), GoodTransport(u,y)
12. ¬GoodTransport(u,y), ¬Connected(a,zz,y), CanGo(u,zz)
13. ¬LessThan(15\_miles, Dist?(a,b)), Close(a,b)
14. LessThan(15\_miles, Dist?(Campbell,z1))
15. LessThan(15\_miles, Dist?(Campbell,z2))
16. LessThan(15\_miles, Dist?(Campbell,San José))
17. AirLink(Z1,Denver)
18. AirLink(San José,Denver)
19. Connected(Campbell, Z1, BUS)
20. Connected(Campbell, San José, TRAIN)
21. ¬Candidate(zz), ¬GoingTo(U,c2), ¬AirLink(zz,c2),Option(zz)
22. ¬Option(zz), ¬CanGo(u,zz),LeavingFrom(u,zz)
23. ¬CloseTo(Campbell,b), Candidate(b)

*...ulteriore conoscenza specifica: mi interessano le città con volo per Denver*

*S prova a dedurre una nuova città di partenza per U...*

*... comincia col chiedersi quali sono le possibili città in alternativa a Campbell, possibili città candidate di partenza*

**Risolvendo (forward)***inferiamo nuova conoscenza su U e sul dominio...*

- 24.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{BUS})$  (2,6) nuova conoscenza su U
- 25.  $\text{CanTake}(U, \text{TRAIN})$  (3,7)
- 26.  $\text{PrefersPublicLink}(U)$  (1,10)
- 27.  $\text{Close}(\text{Campbell}, Z1)$  (13,14) nuova conoscenza sul dominio
- 28.  $\text{Close}(\text{Campbell}, Z2)$  (13,15)
- 29.  $\text{Close}(\text{Campbell}, \text{San Josè})$  (13,16)
- 30.  $\neg \text{PublicLink}(y), \neg \text{CanTake}(U, y), \text{GoodTransport}(U, y)$  (11, 26)
- 31.  $\text{Candidate}(Z1)$  (23,27) Città candidate
- 32.  $\text{Candidate}(Z2)$  (23,28)
- 33.  $\text{Candidate}(\text{San Josè})$  (23,29)
- 34.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{BUS}), \text{GoodTransport}(U, \text{BUS})$  (8,30) - - - - - ramo da 'potare'
- 35.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{TRAIN}), \text{GoodTransport}(U, \text{TRAIN})$  (9,30) - - - - - ramo 'promettente'
- 36.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(Z1, c2), \text{Option}(Z1)$  (21,31)
- 37.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(Z2, c2), \text{Option}(Z2)$  (21,32)
- 38.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(\text{San Josè}, c2), \text{Option}(\text{San Josè})$  (21,33)
- 39.  $\text{GoodTransport}(U, \text{TRAIN})$  (25,35) ancora nuova conoscenza su U
- 40.  $\neg \text{AirLink}(z1, \text{Denver}), \text{Option}(Z1)$  (5,36)
- 41.  $\neg \text{AirLink}(z2, \text{Denver}), \text{Option}(Z2)$  (5,37)
- 42.  $\neg \text{AirLink}(\text{San Josè}, \text{Denver}), \text{Option}(\text{San Josè})$  (5,38)
- 43.  $\neg \text{Connected}(a, zz, \text{TRAIN}), \text{CanGo}(U, zz)$  (12,39)
- 44.  $\text{Option}(Z1)$  (17,40) Città candidate: ho scartato z2 perché (nessun volo diretto per Denver)
- 45.  $\text{Option}(\text{San Josè})$  (18,42)
- 46.  $\text{CanGo}(U, \text{San Josè})$  (20,43) - - - - - U può raggiungere solo San Josè in treno
- 47.  $\neg \text{CanGo}(u, Z1), \text{LeavingFrom}(u, z1)$  (22,44)
- 48.  $\neg \text{CanGo}(u, \text{San Josè}), \text{LeavingFrom}(u, \text{San Josè})$  (22,45)
- 49.  $\text{LeavingFrom}(U, \text{San Josè})$  (46,48)

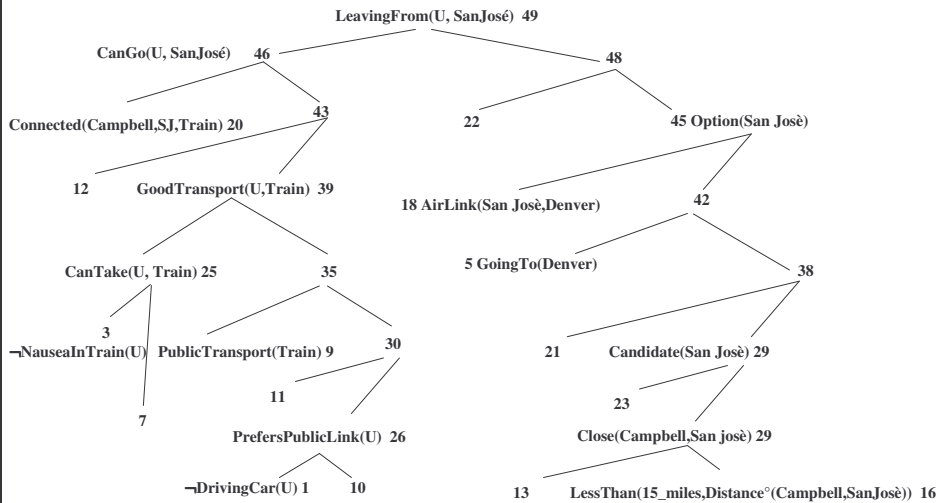
*... sino a derivare il nuovo goal di U, ossia partire da San Josè*

- 1.  $\neg \text{DrivingCar}(U)$
- 2.  $\text{NausealInBus}(U)$
- 3.  $\neg \text{NausealInTrain}(U)$
- 4.  $\text{LeavingFrom}(U, \text{Campbell})$
- 5.  $\text{GoingTo}(U, \text{Denver})$
- 6.  $\neg \text{NausealInBus}(u), \neg \text{CanTake}(u, \text{BUS})$
- 7.  $\text{NausealInTrain}(u), \text{CanTake}(u, \text{TRAIN})$
- 8.  $\text{PublicLink}(\text{BUS})$
- 9.  $\text{PublicLink}(\text{TRAIN})$
- 10.  $\text{DrivingCar}(u), \text{PrefersPublicLink}(u)$
- 11.  $\neg \text{PrefersPublicLink}(u), \neg \text{PublicLink}(y), \neg \text{CanTake}(u, y), \text{GoodTransport}(u, y)$
- 12.  $\neg \text{GoodTransport}(u, y), \neg \text{Connected}(a, zz, y), \text{CanGo}(u, zz)$
- 13.  $\neg \text{LessThan}(15\_miles, \text{Dist}^*(a, b), \text{Close}(a, b))$
- 14.  $\text{LessThan}(15\_miles, \text{Dist}^*(\text{Campbell}, z1))$
- 15.  $\text{LessThan}(15\_miles, \text{Dist}^*(\text{Campbell}, z2))$
- 16.  $\text{LessThan}(15\_miles, \text{Dist}^*(\text{Campbell}, \text{San Josè}))$
- 17.  $\text{AirLink}(z1, \text{Denver})$
- 18.  $\text{AirLink}(\text{San Josè}, \text{Denver})$
- 19.  $\text{Connected}(\text{Campbell}, z1, \text{BUS})$
- 20.  $\text{Connected}(\text{Campbell}, \text{San Josè}, \text{TRAIN})$
- 21.  $\neg \text{Candidate}(zz), \neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(zz, c2), \text{Option}(zz)$
- 22.  $\neg \text{Option}(zz), \neg \text{CanGo}(u, zz), \text{LeavingFrom}(u, zz)$
- 23.  $\neg \text{CloseTo}(\text{Campbell}, b), \text{Candidate}(b)$
- 24.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{BUS})$  (2,6)
- 25.  $\text{CanTake}(U, \text{TRAIN})$  (3,7)
- 26.  $\text{PrefersPublicLink}(U)$  (1,10)
- 27.  $\text{Close}(\text{Campbell}, z1)$  (13,14)
- 28.  $\text{Close}(\text{Campbell}, z2)$  (13,15)
- 29.  $\text{Close}(\text{Campbell}, \text{San Josè})$  (13,16)
- 30.  $\neg \text{PublicLink}(y), \neg \text{CanTake}(U, y), \text{GoodTransport}(U, y)$  (11, 26)
- 31.  $\text{Candidate}(z1)$  (23,27)
- 32.  $\text{Candidate}(z2)$  (23,28)
- 33.  $\text{Candidate}(\text{San Josè})$  (23,29)
- 34.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{BUS}), \text{GoodTransport}(U, \text{BUS})$  (8,30)
- 35.  $\neg \text{CanTake}(U, \text{TRAIN}), \text{GoodTransport}(U, \text{TRAIN})$  (9,30)
- 36.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(z1, c2), \text{Option}(z1)$  (21,31)
- 37.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(z2, c2), \text{Option}(z2)$  (21,32)
- 38.  $\neg \text{GoingTo}(U, c2), \neg \text{AirLink}(\text{San Josè}, c2), \text{Option}(\text{San Josè})$  (21,33)
- 39.  $\text{GoodTransport}(U, \text{TRAIN})$  (25,35)
- 40.  $\neg \text{AirLink}(z1, \text{Denver}), \text{Option}(z1)$  (5,36)
- 41.  $\neg \text{AirLink}(z2, \text{Denver}), \text{Option}(z2)$  (5,37)
- 42.  $\neg \text{AirLink}(\text{San Josè}, \text{Denver}), \text{Option}(\text{San Josè})$  (5,38)
- 43.  $\neg \text{Connected}(a, zz, \text{TRAIN}), \text{CanGo}(U, zz)$  (12,39)

- 44.  $\text{Option}(z1)$  (17,40)
- 45.  $\text{Option}(\text{San Josè})$  (18,42)
- 46.  $\text{CanGo}(U, \text{San Josè})$  (20,43)
- 47.  $\neg \text{CanGo}(u, z1), \text{LeavingFrom}(u, z1)$  (22,44)
- 48.  $\neg \text{CanGo}(u, \text{San Josè}), \text{LeavingFrom}(u, \text{San Josè})$  (22,45)
- 49.  $\text{LeavingFrom}(U, \text{San Josè})$  (46,48)

Parto dalla 49 e percorro a ritroso il processo di derivazione, evidenziando le clausole unitarie che sono intervenute nell'inferenza

Riprendo le clausole unitarie (backtracing) ed ottengo:

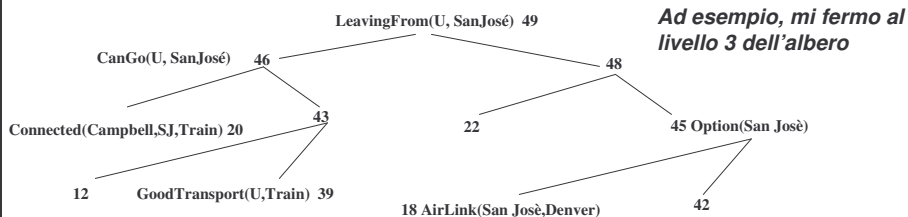


Collegando con connettivi linguistici:  
 LeavingFrom(U, San José) *because*  
 CanGo(U, San José) *as*  
   Connected(Campbell, San José, Train) *and*  
   GoodTransport(U, Train) *since*  
     CanTake(U, Train) *because*  
       ¬NauseaInTrain(U)  
     *and*  
     PublicTransport(Train) *and*  
     PreferPublicLink(U) *since*  
       ¬DrivingCar(U)  
 Moreover  
 Option(San José) *because*  
   AirLink(San José, Denver)  
 Etc...

**Il messaggio generato sarebbe un pò troppo complesso:**

*S: Potresti partire da San José: puoi andarci a Campbell via treno e tu puoi prendere il treno, dal momento che non ti provoca nausea. Inoltre il treno è un mezzo di trasporto pubblico ed è preferibile per te, visto che non guidi. Inoltre, San José è consigliabile perché è collegata a Denver con voli diretti...*

**Il sistema può effettuare una cernita delle informazioni che ritiene rilevanti.**



**A questo punto il nostro dialogo è il seguente...**

## Il dialogo sino a questo momento

*S: A at American Express may I help you?*

*U: yeah, this is B. I need to make some travel arrangements*

*S: ok*

*U: I would like to go from Campbell to Denver. I don't have a car and I get sick in the bus*

*S: There are no direct flights from Campbell to Denver. I can see whether there is any city nearby which is connected to Denver with a direct flight*

*U: ok*

***S: You could leave from San Josè: there are several direct flights from San Jose to Denver and you can go from Campbell to San Josè by train, a public transport which is suitable for you.***

*S: If you are interested, I can check the flights from San Josè to Denver. Would you like me to search for a flight?*

*U: ok.*

*S: leaving at what time?*

*U: I believe there's one leaving at eleven o'clock in the morning*

## Cosa portare all'esame

Una relazione in cui venga svolta una variante dell'esempio sulla persuasione proposto a lezione (unità 2, sulla formalizzazione)