

Laurea Specialistica in Informatica  
a.a. 2005-2006

Interazione Uomo-Macchina II:

## Interfacce Intelligenti

Fiorella de Rosis

1

Introduzione

Prima parte: *Formalizzazione e Ragionamento*

- 1.1. Ragionamento logico:
  - Formalizzazione
  - Risoluzione
- 1.2. Ragionamento incerto
  - Reti Causali Probabilistiche
  - Reti dinamiche
  - Apprendimento di Reti

Programma  
del Corso

Seconda parte: *Modelli di Utente*

- 2.1. Modelli logici
- 2.2. **Modelli con incertezza**

Terza parte: *Interazione in linguaggio naturale*

- 3.1. Generazione di messaggi
  - Introduzione
  - Teorie
  - Metodi
- 3.2. Comprensione di messaggi

Quarta parte: *Simulazione di dialoghi*

## Riprendiamo uno degli Esempi precedenti

*"D crede che le ragazze siano poco portate per la matematica.*

*Crede che chi è poco portato per la matematica abbia difficoltà a capire la trigonometria, a meno che non abbia dato prove precedenti di bravura.*

*Nella sua classe, D ha due ragazze: Maria e Fiorella.*

*Maria ha preso 8 all'ultimo compito; Fiorella ha preso 3.*

*D ha fatto, oggi, una lezione di trigonometria e vuole verificare che le sue allieve abbiano capito. Chi chiama alla lavagna?"*

3

## La sua rappresentazione logica era la seguente

Bel D (F(x) → ¬ Und (x, MATH))  
Bel D ((¬ Und (x, MATH) ∧ ¬ Smart (x)) → ¬ Und (x, TRIG))  
Bel D ((¬ Und (x, MATH) ∧ Smart (x)) → Und (x, TRIG))  
Bel D (Good (x, LASTP) → Smart (x))  
Bel D F (MARIA)  
Bel D F (FIORELLA)  
Bel D Good (MARIA, LASTP)  
Bel D ¬ Good (FIORELLA, LASTP)  
Goal: Und (x TRIG)? (se D è 'benevolente')  
¬ Und (x TRIG)? (se D è 'sadica')

Ma: *Non tutte le ragazze sono poco portate per la matematica.*  
*Non sempre chi è poco portato per la matematica ha difficoltà a capire la trigonometria.*  
*Non è detto che chi ha dato prove precedenti di bravura sia intelligente*  
*D sospetta che Maria abbia copiato, all'ultimo compito.*  
*Fiorella forse aveva l'influenza, all'ultimo compito.*

*... come abbiamo visto, la rappresentazione con linguaggi logici non permette di formalizzare e ragionare in condizioni di incertezza...*

4

## Inserimento dell'incertezza

Conoscenza generale

Bel D  $(F(x) \rightarrow ? \neg \text{Und}(x, \text{MATH}))$   
 Bel D  $((\neg \text{Und}(x, \text{MATH}) \wedge \neg \text{Smart}(x)) \rightarrow ? \neg \text{Und}(x, \text{TRIG}))$   
 Bel D  $((\neg \text{Und}(x, \text{MATH}) \wedge \text{Smart}(x)) \rightarrow ? \text{Und}(x, \text{TRIG}))$   
 Bel D  $(\text{Good}(x, \text{LASTP}) \rightarrow ? \text{Smart}(x))$

---

Bel D F (MARIA)  
 Bel D F (FIORELLA)  
 Bel D Good (MARIA, LASTP) ?  
 Bel D  $\neg$  Good (FIORELLA, LASTP) ?

Goal: "Und(x TRIG) ?" ? (se D è 'benevolente')  
 "  $\neg$  Und(x TRIG) ?" ? (se D è 'sadica')

Conoscenza specifica

**Rappresentiamo in una rete gli 'oggetti' del belief (un nodo per ogni atomo)**

5

## Rappresentazione con una RCP

La rete rappresenta la *conoscenza generale*; le probabilità condizionate rappresentano i gradi d'incertezza sulle relazioni fra i diversi elementi.

Le probabilità dei nodi-radice vengono definite sulla base delle conoscenze sulla popolazione a cui il modello viene applicato.

La *conoscenza specifica* viene rappresentata inserendo 'evidenza' su uno o più nodi. Ad esempio, ragioniamo su Maria:  
 $P(\text{Gender}(M)=F) = 1$ ;  $P(\text{Good}(M, \text{LASTP}) = 1$ ;

I quesiti (goal) vengono testati propagando l'evidenza nella rete e osservando il valore di probabilità del nodo-goal; ad es:  $P(\text{Und}(M, \text{TRIG}))=?$

## Come abbiamo detto, in una RCP, la conoscenza specifica viene 'istanziata'!

Non posso (come nel ragionamento logico) applicare il modello per ragionare contemporaneamente su due diversi soggetti (Maria e Fiorella)

Devo:

- Ragionare su Maria: propago nella rete l'evidenza relativa a Maria e osservo il nodo-Goal.

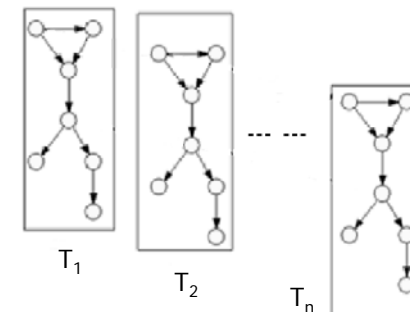
Quindi:

- Ritratto le evidenze propagate, e
- ragiono allo stesso modo su Fiorella.
- Confronto i valori di probabilità del nodo-goal ottenuti ragionando su Maria e su Fiorella, e faccio la mia scelta.

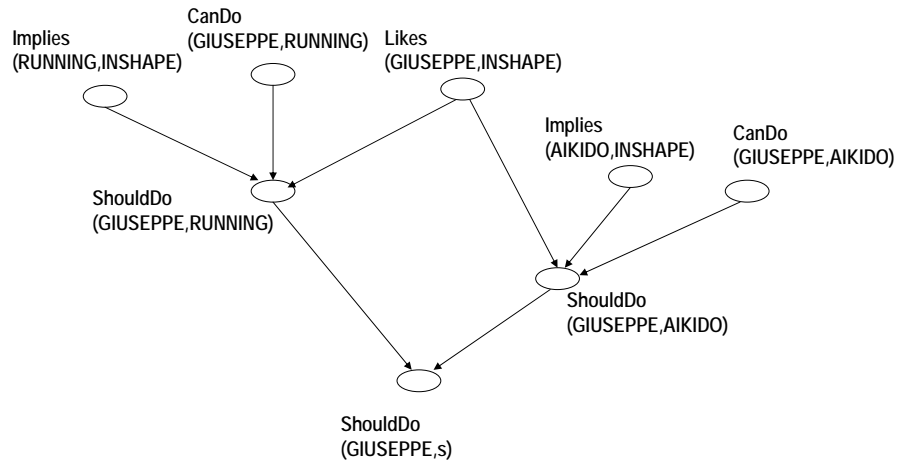
## Modelli dinamici 'senza effetto di trascinamento'

Tutte le variabili rappresentate nella rete hanno, al tempo  $T_i$ , una distribuzione di probabilità che non dipende dalla distribuzione al tempo  $T_{i-1}$ .

Ogni variabile viene 'osservata' una sola volta.

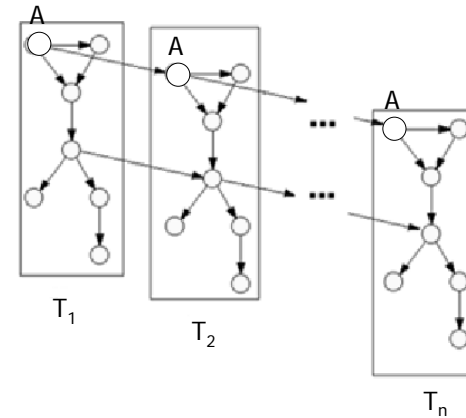


## Riprendiamo uno dei nostri esempi



Possiamo assumere che per tutte le variabili rappresentate in questa rete *non* vi sia un effetto di 'trascinamento'

## Modelli dinamici 'con effetto di trascinamento'

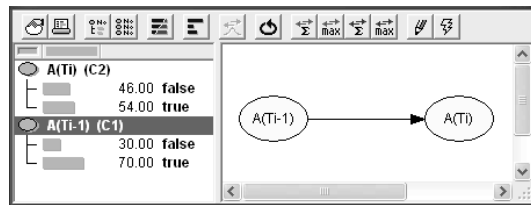


La distribuzione di probabilità della variabile associata al nodo A dipende (oltreché dalle distribuzioni delle variabili associate agli altri nodi) anche dalla distribuzione di A al tempo precedente.

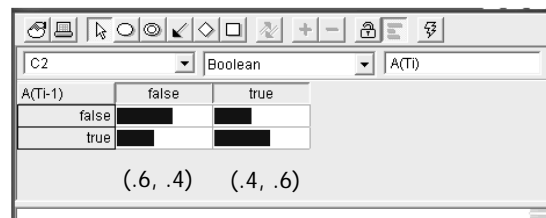
Si può simulare un *effetto decadimento*:  
 $Prior(A, T_i) < Prior(A, T_{i-1})$

Oppure un *effetto incremento*:  
 $Prior(A, T_i) > Prior(A, T_{i-1})$

## Un esempio di simulazione dell'effetto di decadimento



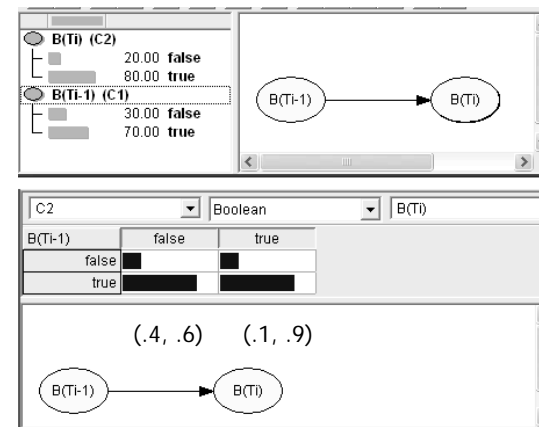
*Ad esempio:* ad A posso associare una variabile che rappresenta lo 'stato emotivo' di U. L'ipotesi è che le emozioni tendano a decadere, nel tempo, a meno che non intervengano nuovi fattori emotivi.



Aumentando la diff, fra i due valori di probabilità condizionata, si può ottenere un effetto di decadimento meno forte

(come nel caso della 'rabbia' nel Call Center)

## Un esempio di simulazione dell'effetto di incremento



*Ad esempio:* al nodo B posso associare una variabile che rappresenta il 'grado di coinvolgimento in un gioco' da parte di U. In questo caso, l'ipotesi è che il grado di coinvolgimento cresca nel tempo (anche se possono intervenire, in ogni istante, nuovi fattori che ne cambiano il valore).

## Quesito

In un simulatore di dialogo di e-learning, vedresti una estensione della RCP descritta nel lucido n 6 come modello dinamico con o senza effetto di trascinamento?

Giustifica la tua scelta.

13

In generale, un dialogo Utente-Sistema puo' essere visto come una sequenza di mosse di dialogo

Il Sistema 'muove' al tempo  $T_0, T_1, T_2, \dots, T_n$

L'Utente 'muove' negli intervalli  $(T_0, T_1), (T_1, T_2), \dots, (T_{n-1}, T_n), \dots$



Le mosse dell'Utente possono essere viste come **eventi che sono interpretati dal Sistema e che influenzano la sua immagine dello stato mentale dell'utente** al tempo  $T_i$  (ciò che l'Agente crede che l'utente creda, desideri, ecc...)

14

## BN Dinamici nella simulazione di dialoghi

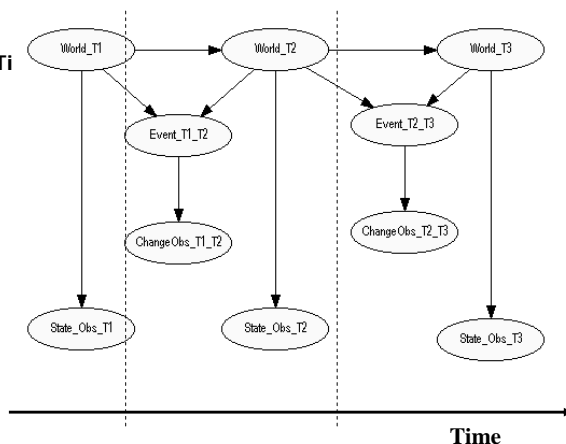
World nodes:

Immagine che S ha dello stato mentale di U al tempo  $T_i$

Event nodes  $(T_i, T_{i+1})$   
Mossa dell'Utente nell'intervallo  $(T_i, T_{i+1})$

ChangeObs $(T_i, T_{i+1})$   
Un aspetto della mossa di U nell'intervallo  $(T_i, T_{i+1})$

Observable World state:  
Mossa di S al tempo  $T_i$



Ad ogni move dell'Utente, si aggiunge una fascia di tempo al modello e si effettuano eventuali operazioni di 'pruning'.

15

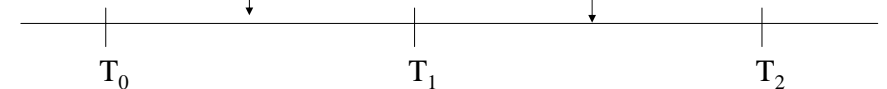
## Esempio: Un Dialogo fra Docente e Studente

ChangeObs $(T_0, T_1)$ :  
 $\neg(\text{KnowAbout } U \ x)$

ChangeObs $(T_1, T_2)$ :  
 $\neg\text{Und}(\text{Maria}, \text{TRIG})$

Student: I'm sorry, it isn't!

Student: Yes, but that was on geometry. I have many more difficulties with trigonometry.



Teacher: Well Maria, is the relationship between sin and cos clear to you?

Teacher: Oh, I'm surprised! You took a very good mark in your last duty

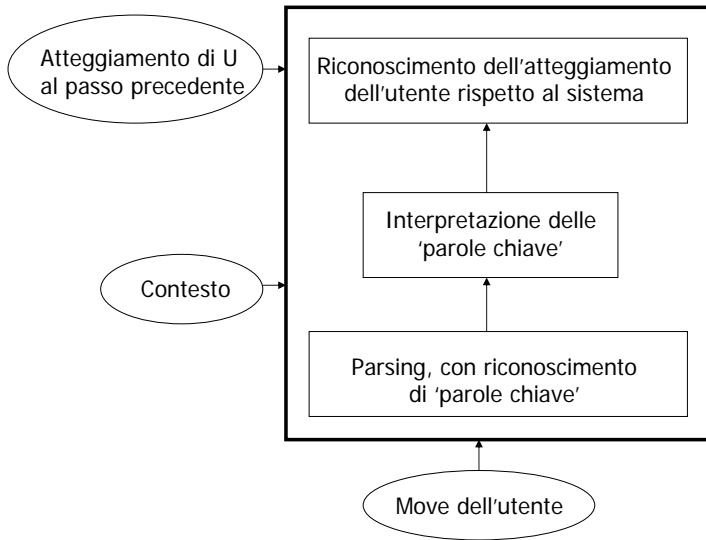
Teacher: OK. Let's try to check which are the concepts you find hard understanding.

World $(T_0)$ :  
 $\neg\text{BW } S \text{ KnowAbout}(U \ x)$

World $(T_1)$ :  
 $\text{Bel } S \text{ Good}(\text{Maria}, \text{LASTP})$

World $(T_2)$ :  
 $\text{Goal } S \neg\text{Und}(\text{Maria}, x)?$

## L'architettura di un sistema per la modellizzazione dinamica di utenti



17

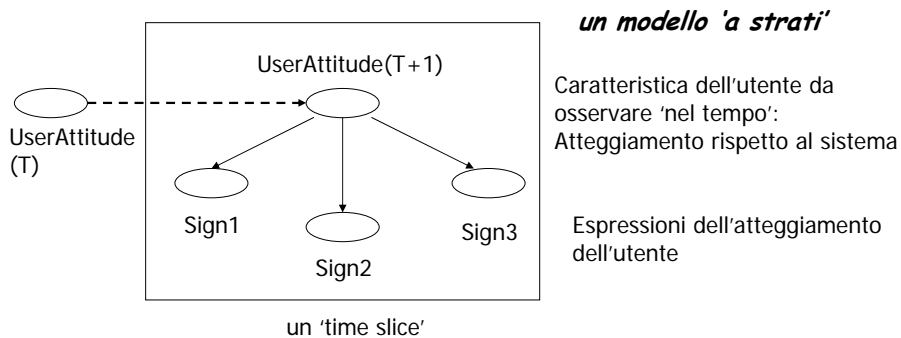
In alcuni casi, il modello può essere semplificato, focalizzandolo soltanto sulla rappresentazione dell'evoluzione dell'immagine che il Sistema ha dello stato mentale dell'Utente, e di come questa varia nel corso del dialogo.

In questo caso, il modello dell'utente può essere reso con una DBN semplice.

Vediamo un paio di esempi.

18

## Riprendiamo l'esempio di modello di utente dinamico 'con trascinamento'



19

## DBN come reti object-oriented

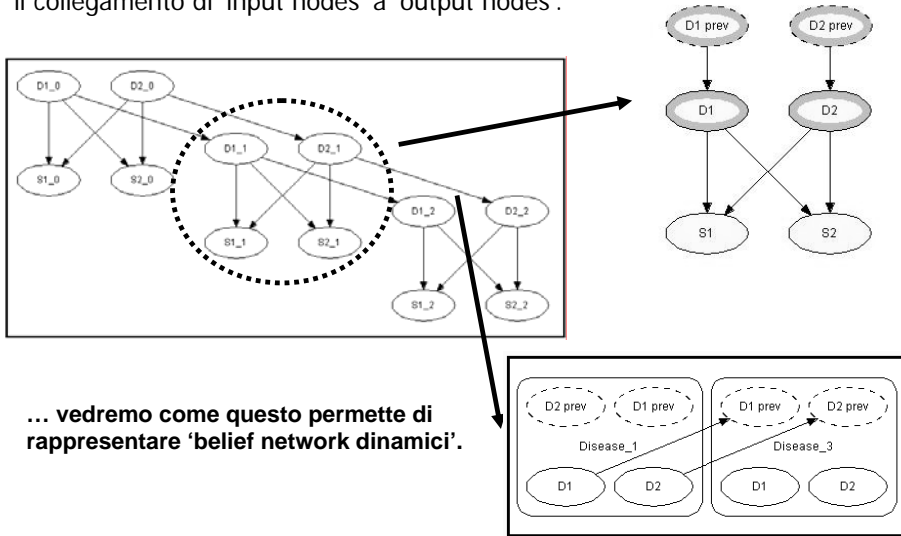
- Chiamiamo  $Frship$  la variabile che rappresenta la 'attitude dell'utente nei confronti dell'applicazione; questa varia nel corso del dialogo.
- Introduciamo tre variabili che rappresentano 'segni' di 'attitude' dell'utente ( $S1, S2, S3$ ), ciascuno con una sua sensibilità e una sua specificità.
- Introduciamo un effetto di decadimento nel tempo, per la variabile che rappresenta l'attitude.

Costruiamo una rete object-oriented con un solo instance node.

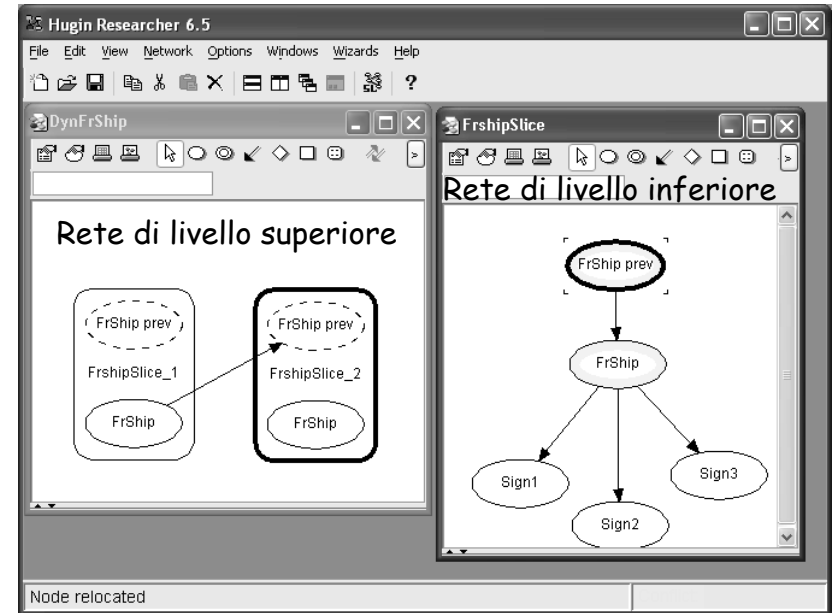
20

## BN gerarchici in Hugin

In Hugin, il collegamento fra BN a diversi livelli di astrazione è realizzato attraverso la creazione di 'instance BN' e il collegamento di 'input nodes' a 'output nodes'.



## Rappresentazione in Hugin



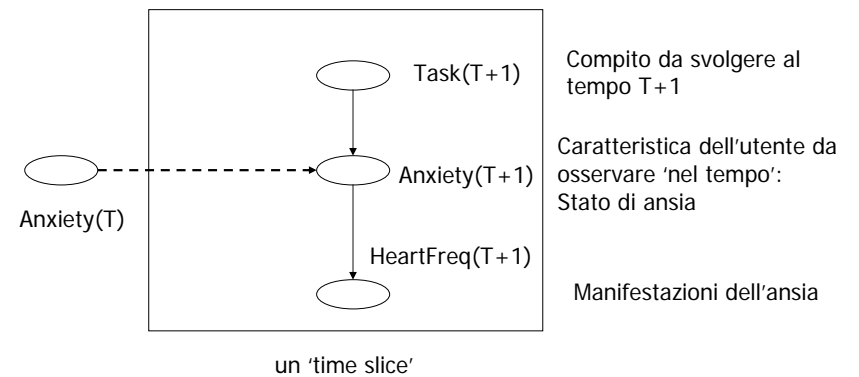
## Propagazione dell'evidenza

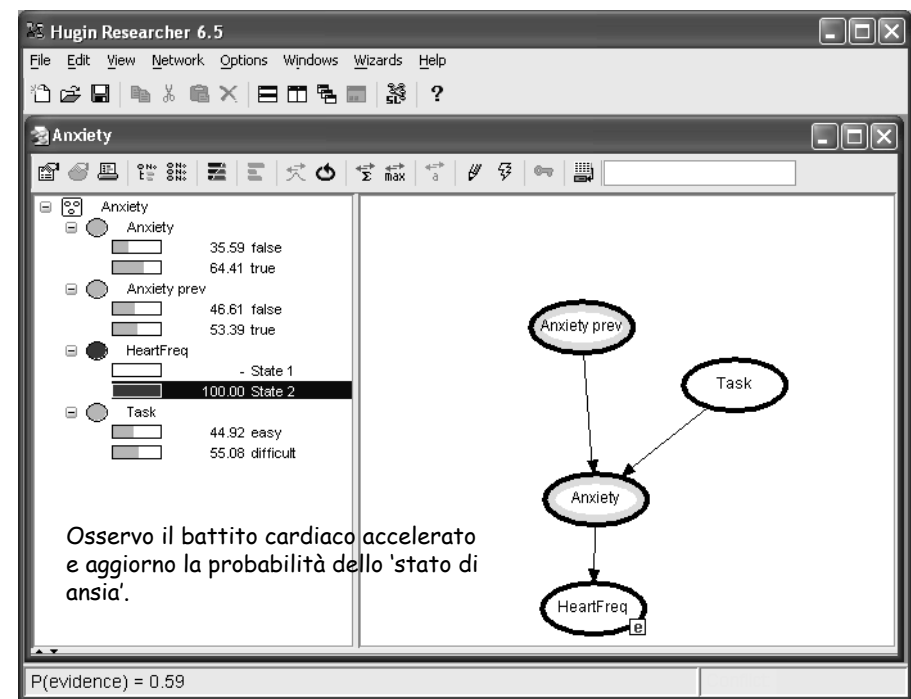
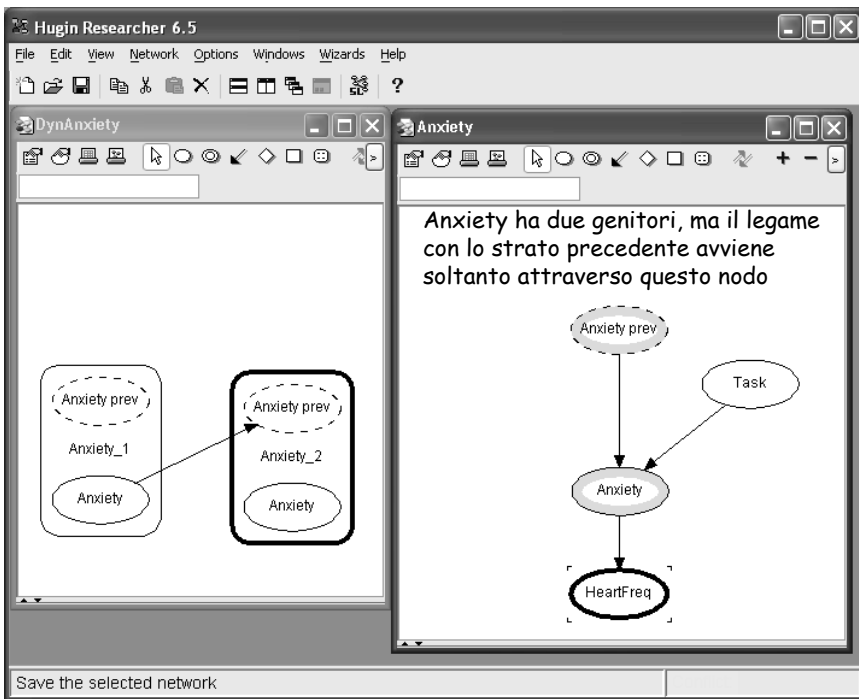
Al tempo  $t-1$ , l'utente non mostrava segni di Frship; al tempo  $t$ , mostra i segni Sign1 e Sign2. Propago questa evidenza nel DBN e osservo il cambiamento del nodo Frship

Node	State 1	State 2
FrShip	21.43	78.57
FrShip prev	100.00	-
Sign1	-	100.00
Sign2	-	100.00
Sign3	28.57	71.43

## Un esempio di modello di utente dinamico con trascinamento e cause accessorie

Qui, il valore di prob della variabile monitorata dipende anche da una causa che occorre al tempo T

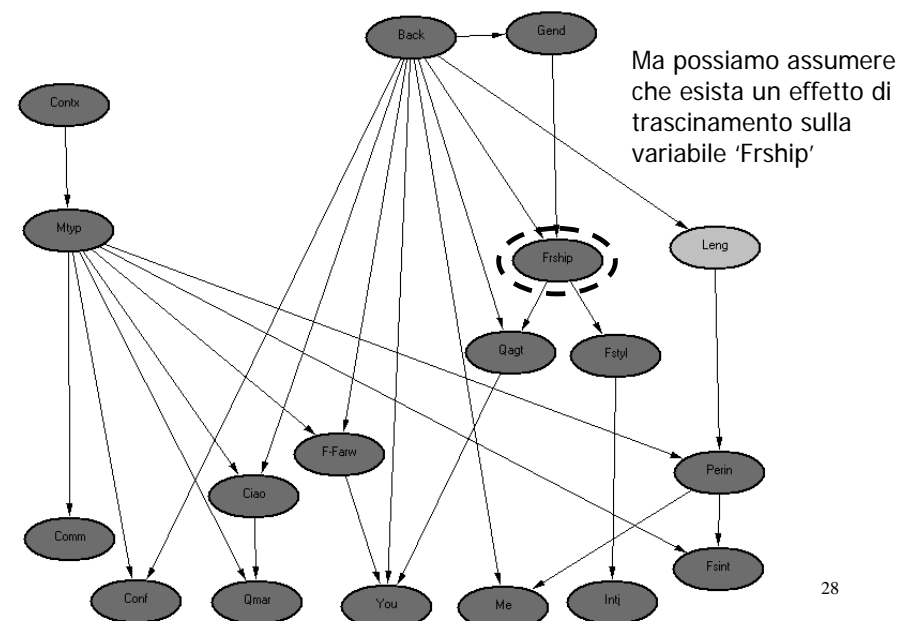




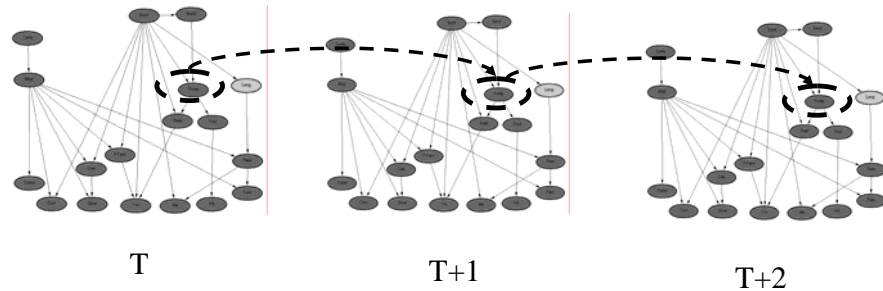
Un esempio più complesso di UM dinamico con trascinamento: 'social attitudes' nei confronti di un agente animato

Variable category	Variable name	Label
Caratteristiche stabili	Background	Back
	Gender	Gend
Contesto	Type of last Agent move	Ctext
	Type of user move	Mtype
Variabili monitorate	User attitude towards the agent	Frship
Segni di 'atteggiamento sociale'	Familiar style	Fstyl
	Friendly self-introduction	Fsint
	Talks about self	Perin
	Questions about agent	Qagt
	Friendly farewell	F-Farw
	Comments	Comm
Risultati del parsing		Intj
		Omar
		You
		Me
		Ciao
		Conf

Questo era il modello appreso dai dati (singolo strato)



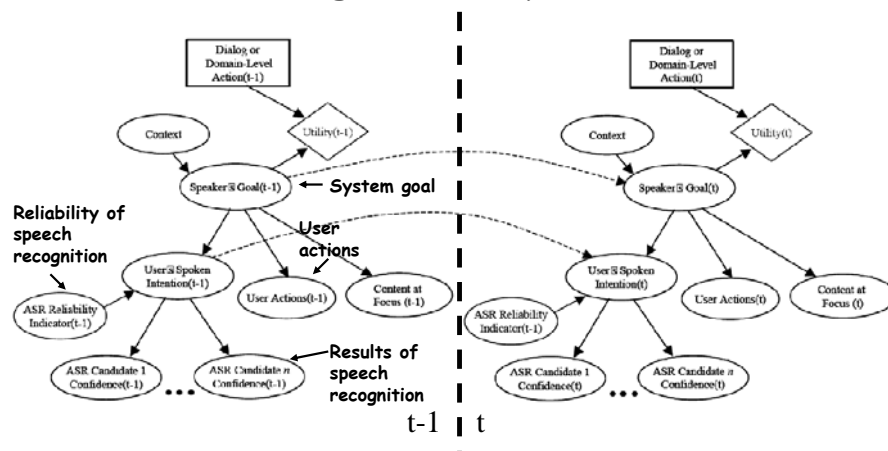
La variabile monitorata (Frship) dipende dalla mossa dell'utente al tempo  $t$  ma anche dal suo valore al tempo  $t-1$



## Il Progetto Deep Listener di un Centro Ricerche Microsoft

- *Contesto*: dialoghi speech-based per accettare o rifiutare offerte di aiuto automatico
  - *Obiettivo*: inferire i goal dell'utente in situazioni di errore nell'interpretazione di segnali speech-based, data l'evidenza relativa alle azioni svolte dall'utente.
  - *Classi di risposta (da parte dell'utente)*: affirmation, reflection, no signal, unrecognized signal
  - Si rappresentano in un DBN le relazioni fra intenzioni dell'utente e sue risposte, e l'utilità di diverse azioni (di dialogo e nel dominio).
- Il sistema utilizza MS-Agent per le operazioni di TTS e di riconoscimento del segnale vocale, integrandolo in una interfaccia grafica e in un modello dinamico dell'utente.

## Modelli di utenti come DBN nel Progetto Deep Listener



## Riferimenti

Gli articoli sul sito: in particolare,

- Il sito sul Progetto Lumiere <http://research.microsoft.com/~horvitz/lum.htm>
- l'articolo di Horvitz sul Progetto DeepListener