

Relazione per il progetto di Intelligenza Artificiale e Laboratorio

Docente: **Roberto Micalizio**

Gruppo di lavoro:

- **Alessandro Salogni**
Matricola: 906298
E-mail: alessandro.salogni@edu.unito.it
- **Riccardo Perotti**
Matricola: 906237
E-mail: riccardo.perotti@edu.unito.it

1. Organizzazione dei moduli

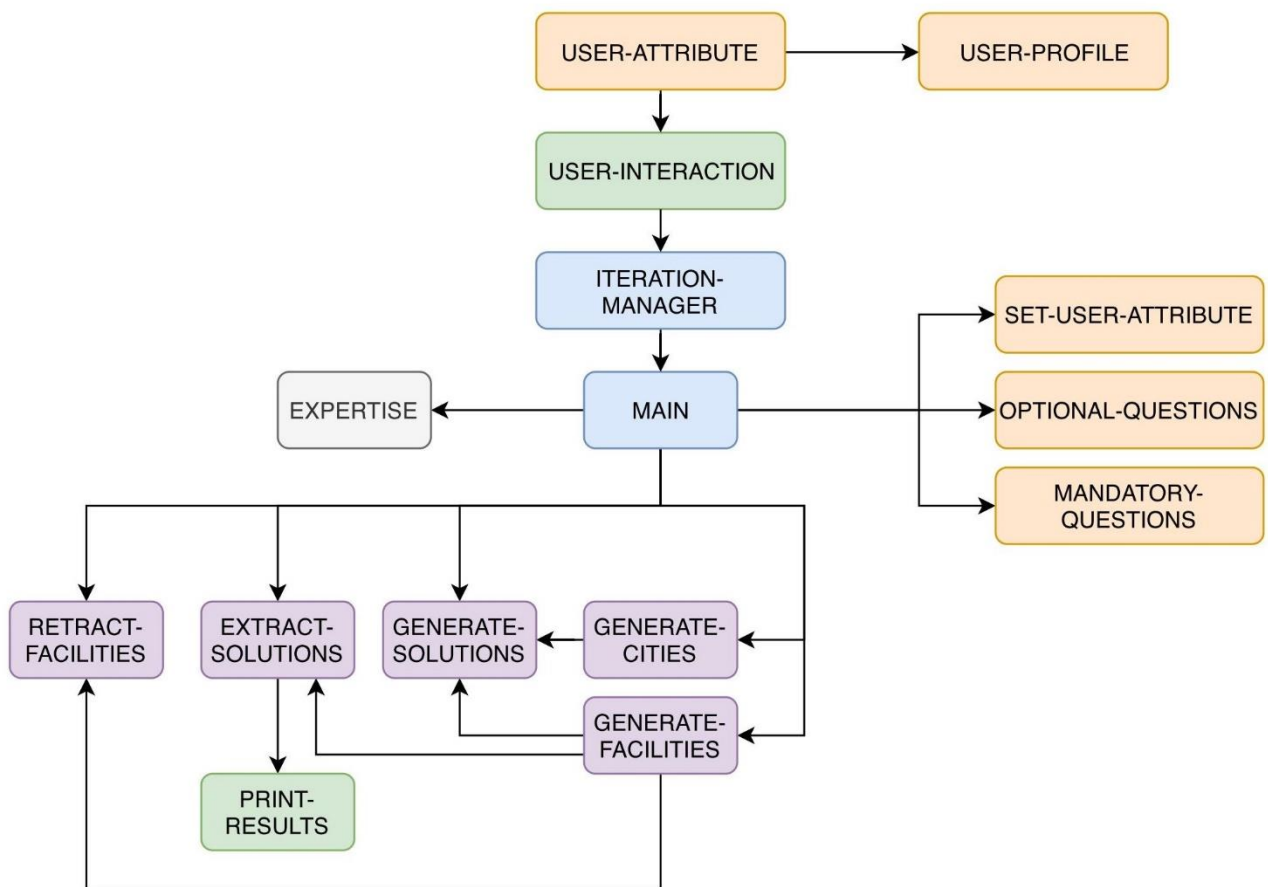


Figura 1: Relazioni di import tra i moduli.

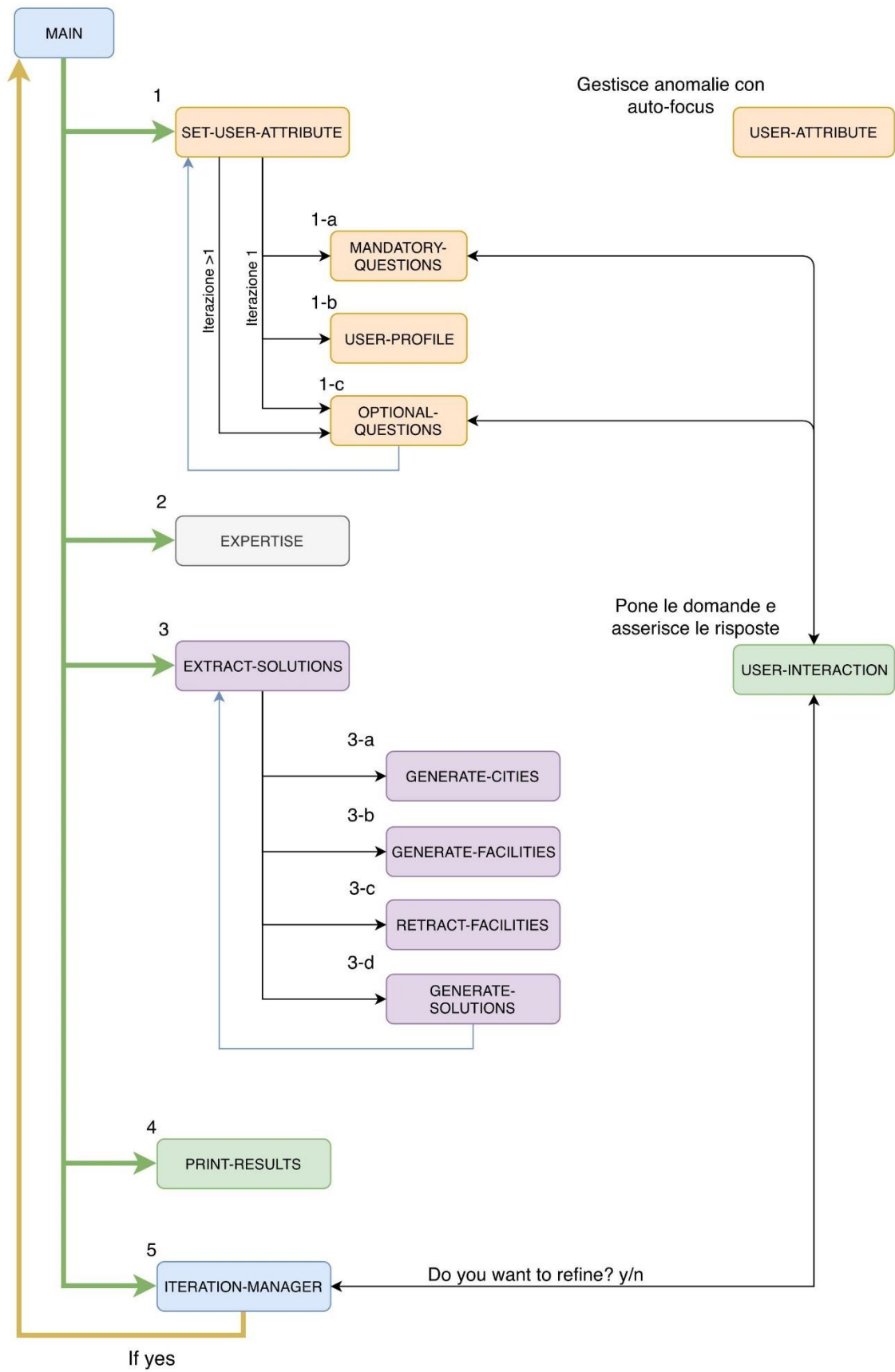
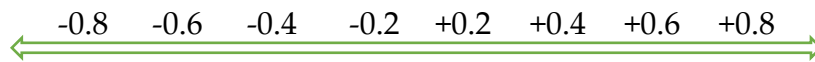


Figura 2: Flusso di esecuzione.

Il sistema esperto progettato vede la costruzione di moduli organizzati in cinque macro-aree: la principale logica di controllo (azzurro), le domande rivolte all'utente (obbligatorie e opzionali - arancione), i ragionamenti di expertise costruiti sulle richieste dell'utente (grigio), la generazione e selezione delle soluzioni (viola) e le operazioni di input-output (verde).

I CF per aumentare o diminuire la credenza sui fatti sono utilizzati in modo standard e sono i seguenti:



Si attribuisce un CF di -0.8 quando si crede molto poco una determinata situazione, fino ad un +0.8 quando si crede molto a quest'ultima.

1.1 Area 1 – Main e gestione iterazioni

Quest'area racchiude la principale logica di controllo che governa il sistema.

1.1.1 Modulo MAIN

Il modulo MAIN si occupa principalmente di gestire il flusso di controllo tra le diverse aree del sistema: innanzitutto consegna il focus all'area responsabile dell'impostazione dei dati e richieste dell'utente (1 in Figura 2). Successivamente fa assumere il controllo all'area di expertise (2 in Figura 2). Conclusi i ragionamenti di expertise, il focus viene concesso all'area di estrazione delle soluzioni (3 in Figura 2), per poi rilasciarlo alla stampa dei risultati (4 in Figura 2). Infine, il focus passa al gestore delle iterazioni (5 in Figura 2).

Il modulo contiene inoltre tutte le regole di fusione dei CF di attributi duplicati.

```
(deftemplate MAIN::attribute
  (slot name)
  (slot value)
  (slot certainty (type FLOAT) (default 0.8) (range -1.0 1.0))
  (slot iteration)
)
```

Figura 3: Template "attribute".

È contenuta la definizione del template *attribute*, il più importante template del sistema. Rappresenta una richiesta/inferenza utilizzata nei ragionamenti di expertise e di generazione delle soluzioni. È caratterizzata da un nome, un valore, un grado di certezza e dall'iterazione in cui è stato definito. Un esempio può essere il seguente: nome: *region*, valore: *liguria*, certezza 0.6, iterazione: 2.

1.1.2 Modulo ITERATION-MANAGER

Il gestore delle iterazioni (5 in Figura 2), a fronte di una risposta affermativa dell'utente, ha il compito di incrementare il numero di iterazioni corrente e rilasciare il focus nuovamente al modulo *MAIN*, affinché possa iniziare una nuova iterazione nella quale l'utente potrà nuovamente fare richieste al sistema. Il contatore di iterazioni risulta utile per consentire alle regole di riscattare con stessi fatti ma in iterazioni differenti, e per fare riscattare regole che semplicemente devono riscattare perché in una nuova iterazione, come ad esempio le regole di *start* dei moduli. Inoltre, permette di mantenere isolati gli attributi calcolati per ogni iterazione, al fine di consentire una possibile analisi riguardo l'evoluzione dell'elaborazione.

Se l'utente non desidera raffinare la propria ricerca, il modulo permette di uscire dall'esecuzione.

1.2 Area 2 – Dati e richieste dell'utente

Di questa area fanno parte i moduli *USER-ATTRIBUTE*, *SET-USER-ATTRIBUTE*, *MANDATORY-QUESTIONS*, *OPTIONAL-QUESTIONS*, *USER-PROFILE*.

1.2.1 Modulo USER-ATTRIBUTE

```
(deftemplate USER-ATTRIBUTE::user-attribute
  (slot name)
  (multislot values)
  (slot desire (default TRUE) (allowed-symbols TRUE FALSE MAYBE))
  (slot type (allowed-symbols mandatory optional profile inferred) (default optional))
  (slot id (default-dynamic (gensym*)))
)
```

Figura 4: Template attributo utente.

Questo modulo contiene la definizione del template usata per la rappresentazione degli attributi utente, ossia la formalizzazione delle richieste di quest'ultimo.

La rappresentazione prevede il nome dell'attributo, i valori che possiede e se l'utente desidera o meno quell'attributo con quei valori (oppure non lo sa). Inoltre, è definito il tipo dell'attributo, ossia se esso è proveniente da una domanda obbligatoria, opzionale, di profilatura, o è stato inferito dal sistema. Infine, si definisce un id univoco, utile per ad esempio individuare l'ultimo attributo asserito in caso di asserzione duplice di un attributo con stesso nome e valore.

Il modulo risolve, acquisendo automaticamente il controllo, una serie di situazioni anomale che possono accadere durante l'esecuzione. Una di queste può essere quella anticipata poc'anzi. Ad esempio, l'utente in prima battuta richiede la regione Liguria. In un secondo momento ci ripensa, e decide di non richiedere più Liguria. In questo momento, nella WM, sarebbero presenti due fatti attributi con stesso nome (*region*), stesso valore (*liguria*) ma desiderio opposto (il primo a *True*, il secondo a *False*). Rilevata la condizione, il modulo, attraverso una regola, sfrutta l'id dell'attributo per individuare l'ultimo asserito (il secondo), e modifica il primo affinché la condizione non sia più verificata. In questo modo la consistenza è garantita.

1.2.2 Modulo SET-USER-ATTRIBUTE

Il modulo in questione ha il compito di gestire la logica di controllo all'interno della corrente area (1 Figura 2). La computazione si distingue a seconda se si è nell'iterazione 1 o nelle successive. Nel primo caso, concede innanzitutto il focus al modulo di domande obbligatorie *MANDATORY-QUESTIONS* (1-a in Figura 2). Asserite tutte le risposte, il controllo viene rilasciato a *USER-PROFILE* (1-b in Figura 2), che costruisce la conoscenza che si basa sui dati di profilazione preesistenti. Infine, il focus viene acquisito da *OPTIONAL-QUESTIONS* (1-c in Figura 2), modulo che gestisce le domande opzionali. Nel secondo caso invece il focus viene concesso direttamente al modulo delle domande opzionali, poichè le domande obbligatorie hanno già risposta e la profilazione è già stata gestita.

Questo modulo inoltre ha il compito di convertire gli attributi utente in attributi utili per le future inferenze: gli attributi che provengono dalle domande opzionali avranno un grado di credenza di +0.8 (in caso la risposta sia positiva) o di -0.8 (viceversa). Gli attributi che provengono dalla profilazione analogamente avranno una credenza di 0.4.

Infine, si occupa della conversione di alcuni attributi in attributi *classe*. Questi tipi di attributi fungono da discretizzazione degli attributi numerici puntuali (budget, età ...), permettendo di riassumerli e utilizzarli in modo più semplice (in expertise si hanno quindi regole più snelle). Ad esempio, un budget giornaliero di 30€ coinciderà con un attributo classe del budget al valore "low".

1.2.3 Modulo MANDATORY-QUESTIONS

Il modulo si occupa della gestione delle domande obbligatorie da fare all'utente. Sono appunto previste domande che si devono porre obbligatoriamente:

- Nome e cognome (per il matching con i dati di profilazione);

- Il numero di persone per cui si vuole prenotare;
- Il numero di notti che si vuole trascorrere in vacanza;
- Il budget giornaliero previsto.

Gli ultimi due punti possono essere modificati tramite le domande opzionali.

L'ordine delle domande è parzialmente determinato da vincoli di precedenza posti fra di esse. L'implementazione infatti permette di definire sequenze di precedenza (ad esempio la richiesta del numero di notti prima del budget giornaliero), senza vincolare l'ordine delle sequenze fra loro.

1.2.4 Modulo USER-PROFILE

```
(deftemplate profile
  (slot name-surname (type STRING))
  (slot birth-year (type INTEGER))
  (slot live-region)
  (slot last-region-visited)
  (multislot favourite-services)
  (multislot favourite-turisms)
)
```

Figura 5: Template dati di profilazione.

Il modulo raccoglie e gestisce i dati di profilazione riferiti ad un utente. Non sono obbligatori, ma se esistono servono per indirizzare al meglio le soluzioni proposte nel caso l'utente non voglia rispondere a nessuna delle domande opzionali.

I dati raccolti previsti sono l'anno di nascita, la regione di residenza, l'ultima regione visitata e i turismi – servizi preferiti.

1.2.5 Modulo OPTIONAL-QUESTIONS

Questo modulo è responsabile delle domande opzionali. Opzionali perché l'utente può decidere di rispondere a queste domande solo se ne ha l'intenzione, ad ognuna delle iterazioni che intende effettuare.

La domanda principale che viene posta è quella che richiede il tipo di parametro di ricerca che si vuole inserire (**risposte**: destinazione, struttura, dettagli di gruppo e numero di giorni):

- Se viene scelta destinazione, si può richiedere a sua volta un certo turismo, regione o impostare il numero di posti che si intende visitare;
- Se viene scelta struttura, si possono impostare successivamente i servizi che si vogliono all'interno dell'hotel, il budget giornaliero e il numero di stelle;

- Se vengono scelti i dettagli del gruppo, si può esplicitare la presenza di bambini o disabili.

Queste domande sono poste utilizzando l'implementazione di un menù, nel quale è possibile navigare rispondendo alle domande oppure scrivendo “end”, parola che permette di uscire da un sotto-menù o dal menù principale.

1.3 Area 3 – Expertise

```
(deftemplate EXPERTISE::expertise
  (slot user-attribute)
  (slot value)
  (slot type (allowed-symbols mandatory optional profile inferred) (default optional))
  (slot desire (allowed-symbols TRUE FALSE) (default TRUE))
  (multislot inference)
)
```

Figura 6: Template per i fatti di expertise.

Questa area comprende il modulo *EXPERTISE* (2 in Figura 2). Il modulo contiene fatti e regole utili per inferire nuova conoscenza sulla conoscenza di base esistente, proveniente dalla profilazione e dalle domande a cui l'utente ha risposto. Viene inferita la seguente conoscenza:

- Dalla **regione** richiesta dall'utente, vengono dedotte le tipologie di turismo e altre regioni. Ad esempio, se l'utente richiedesse il Friuli Venezia e Giulia verrebbero inferiti turismi come quello di mare, e le regioni simili ad essa e vicine;

```
(expertise (user-attribute region) (value friuli-venezia-giulia) (inference
  tourism [ sea 0.4 mountain 0.4 sport 0.4 naturalistic 0.2 ]
  region [ piemonte -0.6 lombardia -0.4 trentino-alto-adige 0.2 veneto 0.4 ] ))
```

Figura 7: Esempio di fatto di expertise riferita alle regioni.

- Dal **turismo** richiesto dall'utente, vengono dedotte le regioni e altre tipologie di turismo. Ad esempio, se l'utente richiedesse il turismo montano, verrebbe inferita positivamente la Valle d'Aosta e negativamente il turismo marittimo;
- Dalla **classe di età** (giovane, ..., anziano) viene dedotta la tipologia di turismo. Ad esempio, ad una persona anziana verrebbe sconsigliato un turismo sportivo;
- Dai **servizi** richiesti, vengono dedotte tipologie di turismo e stelle. Ad esempio, se l'utente richiedesse un servizio come la SPA, gli verrebbero consigliati hotel a 4 stelle.

- Dal **budget** impostato, vengono dedotti servizi, stelle e regioni. Ad esempio, ad un utente con un budget molto alto, gli verrebbe consigliato un hotel a 4 stelle, regioni costose come Liguria e Valle d'Aosta, e servizi come SPA o servizio in camera;
- Dal **numero di giorni** scelto, viene dedotta la tipologia di turismo o i servizi dell'hotel. Ad esempio, se l'utente volesse una vacanza di una notte, gli viene consigliato una due giorni culturale. Se invece richiedesse una vacanza di molti giorni, verrebbe consigliato un servizio di lavanderia;
- Se l'utente fosse **disabile**, verrebbe ad esempio dedotto il servizio in camera positivamente e il turismo sportivo negativamente;
- Se l'utente avesse dei **figli**, verrebbero sconsigliate tipologie di turismo come culturali e religiose;
- Dal **numero di posti** che si vogliono visitare, verrebbe ad esempio inferiti positivamente un servizio di parcheggio in hotel e un turismo culturale.

Sono presenti inoltre regole che:

- Sconsigliano la regione di residenza (dati di profilazione);
- Consigliano ad un utente anziano l'ultima regione in cui è stato in vacanza (dati di profilazione);
- Sconsigliano leggermente ad un utente giovane l'ultima regione in cui è stato in vacanza (dati di profilazione);
- Sulla base dei turismi e servizi preferiti, si utilizza la stessa expertise che si avrebbe con gli stessi attributi ma opzionali, diminuiti di una costante uguale a 0.4. Infatti, i turismi e servizi preferiti sono asseriti a +0.4: utilizzare l'expertise definita per questi attributi tale e quale non sarebbe equo nei confronti degli stessi asseriti come opzionali - con valore 0.8 -. Per cui la si indebolisce;
- Inferiscono il numero di posti da visitare a 1 (a condizione che l'utente non l'abbia esplicitato con valore differente) .

Il tutto è realizzato tramite un template che dato il nome di un attributo, indica le possibili inferenze esperte riferite ad esso. Nell'esempio sottostante, è riportata l'expertise riguardante il Friuli Venezia e Giulia: sono definiti i gradi di certezza delle tipologie di turismo e delle regioni simili o vicine.

1.4 Area 4 – Generazione e selezione soluzioni

Questa macro area (3 in Figura 2) si articola nei seguenti moduli: *EXTRACT-SOLUTIONS*, *GENERATE-CITIES*, *GENERATE-FACILITIES*, *RETRACT-FACILITIES*, *GENERATE-*

SOLUTIONS. Ha il compito di assegnare un grado di credenza alle città e alle strutture, scartando quest'ultime se non sono soddisfacenti entro un certo limite. Date le strutture individuate con una buona credenza, in base al numero di posti che l'utente vuole visitare compone le soluzioni, che avranno a loro volta un grado di credenza. Infine, di queste soluzioni possibili, vengono estratte le prime 5.

1.4.1 Modulo EXTRACT-SOLUTIONS

Questo modulo gestisce la logica di controllo della macro area (3 in Figura 2), ed ha il compito alla fine dell'esecuzione di quest'ultima di selezionare le prime 5 soluzioni. In particolare, ordina le fasi nel modo seguente:

- In primo luogo, consegna il focus a *GENERATE-CITIES* (3-a in Figura 2). Fase preliminare infatti è stabilire quali sono le città che meglio si adattano alle richieste dell'utente;
- Date le città, occorre procedere in modo analogo per le strutture, passando il controllo al modulo *GENERATE-FACILITIES* (3-b Figura 2);
- Concluse le generazioni di città e strutture, per impedire di falsare le soluzioni finali, il focus viene consegnato al modulo *RETRACT-FACILITIES* (3-c Figura 2), che ritrae le strutture che probabilmente non soddisfano l'utente;
- Infine, prima di riprendere il controllo, *EXTRACT-SOLUTIONS* passa il controllo dell'esecuzione al modulo *GENERATE-SOLUTIONS* (3-d in Figura 2), che avrà il compito di generare le soluzioni composte da un certo numero di luoghi sulla base delle strutture di probabile interesse dell'utente.

1.4.2 Modulo GENERATE-CITIES

Questo modulo, come anticipato, definisce e assegna un grado di certezza ad ogni città presente nel sistema, sulla base degli interessi dell'utente.

Come riportato in figura, ogni città è descritta da un nome, la regione di cui fa parte, i tipi di turismo relativi con punteggio associato, e le città che sono all'interno di 30, 60 e 100 km di distanza. Il secondo template invece serve per descrivere tutte le coppie di città con

relativa distanza (generate a partire dai fatti del template precedente – saranno utili successivamente).

```
(deftemplate GENERATE-CITIES::city
  (slot name (type STRING))
  (slot region)
  (multislot tourism)
  (multislot under-30)
  (multislot under-60)
  (multislot under-100)
)

(deftemplate GENERATE-CITIES::near-cities
  (slot city1)
  (slot city2)
  (slot distance-range (allowed-symbols under-30 under-60 under-100))
)
```

Figura 8: Template per la gestione delle città e delle città vicine.

La credenza delle città viene costruita con la definizione di tre regole:

- Una determinata città eredita il CF della sua regione, normalizzandolo nell'intervallo $[-0.6, +0.6]$;
- Ogni città acquisisce un CF in un intervallo $[-0.2, +0.2]$ a seconda del fatto di avere un certo turismo (con un determinato punteggio) e quest'ultimo sia voluto o meno dall'utente (relativo CF). Ad esempio, se il turismo montano dell'utente avesse un CF di $+0.6$, e la città in questione avesse al momento un CF di $+0.4$ e un turismo montano di 5 stelle (il massimo), la città guadagnerebbe un contributo di $+0.12$;
- Analogamente al caso precedente, ogni città acquisisce un CF in un intervallo $[-0.2, +0.2]$ a seconda del fatto di non aver definito un certo turismo in una città e quest'ultimo sia voluto o meno dall'utente. Ad esempio, se l'utente non vuole il turismo di mare con un CF pari a -0.8 , e questo non è presente nella città (0 stelle), la città guadagnerà un CF di $+0.16$;

Le tipologie di turismo hanno un punteggio da 0 (non presente) a 5 (caratteristico) in ogni città. Questo punteggio viene rimappato in un intervallo $[-0.99, +0.99]$.

1.4.3 Modulo GENERATE-FACILITIES

Analogamente al modulo precedente, questo modulo descrive e assegna un grado di credenza ad ogni hotel presente nel sistema, che risieda in una città che probabilmente soddisfi l'utente.

```
(deftemplate GENERATE-FACILITIES::facility
  (slot name (type STRING))
  (slot city (type STRING))
  (slot price (type INTEGER))
  (slot stars (type INTEGER) (range 1 4))
  (slot rooms-available (type INTEGER) (range 0 ?VARIABLE))
  (slot rooms-booked (type INTEGER) (range 0 ?VARIABLE))
  (multislot services (cardinality 0 ?VARIABLE))
)
```

Figura 9: Template per le strutture.

Una struttura è descritta da un template contenente il nome della struttura, la città in cui risiede, il prezzo per notte di una camera, il numero di stelle, la quantità di camere disponibili, la quantità di camere occupate e l'elenco dei servizi compresi.

Il grado di credenza delle strutture viene costruito attraverso l'utilizzo di molte più regole, riassumibili in questi punti:

- Una struttura acquisisce un CF compreso nell'intervallo $[-0.2, +0.2]$ a seconda del numero di stelle che possiede e il numero di stelle che l'utente vorrebbe avere. Ad esempio, se l'hotel in questione ha 3 stelle, e l'utente crede di volere un hotel a 3 stelle con un CF pari a 0.6, quest'ultimo viene normalizzato nell'intervallo previsto e la struttura acquisisce un punteggio di +0.12;
- Una struttura acquisisce un CF compreso nell'intervallo $[-0.4, +0.4]$ a seconda del CF della città in cui si trova. Ad esempio, se il sistema crede l'utente desideri Assisi con -0.2, un hotel situato ad Assisi acquisirà un CF di -0.08 (normalizzazione sull'intervallo previsto);
- Per quanto riguarda il budget, la questione è risolta con un sistema più sofisticato. Come si può vedere in Figura 10, se il costo dell'hotel per notte coincidesse con il budget **B** dell'utente, allora il CF dell'hotel sarebbe massimo, equivalente a +0.4. Man mano che ci si allontana da **B**, possono accadere due cose.
 - o Se ci si allontana verso sinistra, il CF diminuisce linearmente fino ad equivalere -0.4 a $\mathbf{B} - 60$. Dopo questo valore, diminuisce linearmente fino a -0.8, dopo di che qualsiasi esso sia, il CF sarà di -0.8;

- Se ci si allontana verso destra, il discorso è analogo ma varia il limite dove il CF vale -0.4, che questa volta equivale a $B + 40$.

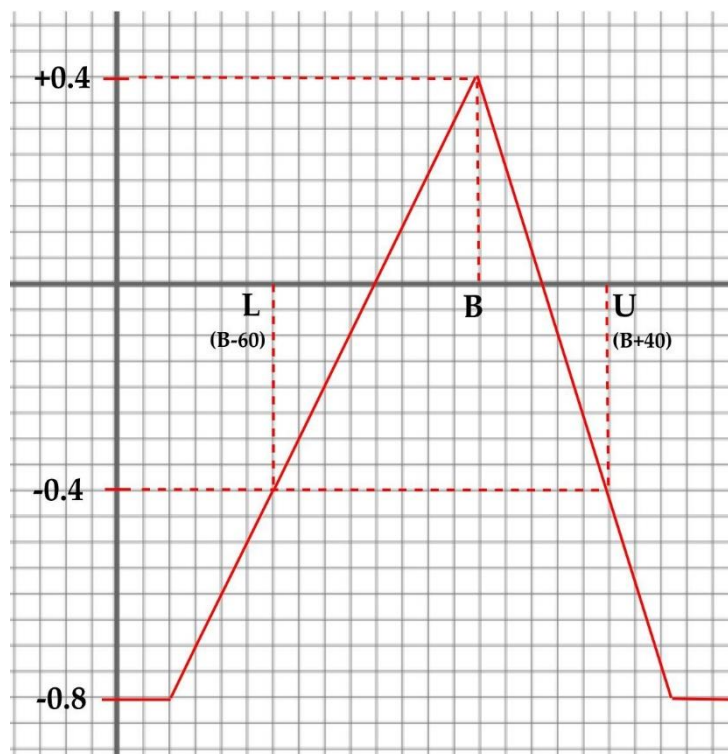


Figura 10: CF della struttura sulla base del budget dell'utente e del costo per notte dell'hotel.

La tecnica utilizzata è stata pensata per privilegiare maggiormente le soluzioni che costano meno rispetto al budget dell'utente, piuttosto che quelle che costano di più (infatti la retta di sinistra decresce più lentamente di quella di destra).

- Contribuiscono alla credenza dell'hotel anche i suoi servizi. Occorre distinguere anche qui nelle seguenti casistiche:
 - Nel caso il servizio sia presente nella struttura, si normalizza la credenza che ha il sistema di quel servizio in un intervallo $[-0.1, +0.1]$. Ad esempio, se il sistema crede che l'utente non voglia nell'hotel il Wi-Fi con un CF pari a -0.6, l'hotel acquisirà un CF pari a -0.06;
 - Nel caso invece il servizio non sia presente in struttura si procede in maniera analoga al caso precedente, ma la semantica risulta opposta: ad esempio, se l'utente non volesse il Wi-Fi con un CF pari a -0.6, e la struttura non ne disponesse, l'hotel acquisisce un grado di certezza pari a +0.06.

Di conseguenza, si premia l'hotel se il servizio è presente e l'utente lo desidera, o se il servizio non è presente e l'utente non lo desidera.

- L'ultimo aspetto da considerare riguarda la disponibilità dell'hotel. Per cercare di orientare il flusso turistico nelle strutture più libere, si contribuisce con un CF positivo in un intervallo $[-0.2, +0.2]$ in base alla percentuale di occupazione. Ad esempio, se la struttura fosse completamente libera, quest'ultima otterrà un contributo di $+0.2$; se invece risultasse quasi tutta occupata, otterrebbe un indebolimento vicino a -0.2 (se fosse tutta occupata ovviamente verrebbe scartata).

1.4.4 Modulo RETRACT-FACILITIES

Questo modulo ha il compito di scartare città e strutture che il sistema crede che l'utente non desideri, e che non siano abbastanza capienti. Lo scarto è concretizzato su tre regole:

- La prima scarta tutte le strutture le cui città hanno una credenza inferiore a -0.4 ;
- La seconda scarta tutte le strutture che hanno una credenza inferiore a $+0.4$;
- Infine, la terza scarta tutte le strutture che non dispongono di abbastanza camere per ospitare l'utente.

La prima regola è stata pensata per evitare che una certa struttura ottenga un punteggio alto, nonostante l'utente non voglia andare nella città in cui risiede (solo perché magari ha una serie di servizi adatti all'utente, un buon budget, e altro legato solo alla struttura).

La seconda regola invece viene implementata per consigliare soluzioni che il sistema crede veramente, e non vicine all'indecisione.

1.4.5 Modulo GENERATE-SOLUTIONS

```
(deftemplate GENERATE-SOLUTIONS::possible-solution
  (multislot facilities (type STRING))
  (multislot cities (type STRING))
  (slot certainty (type FLOAT))
  (slot min-cf-incremental-solution (type FLOAT))
  (slot sum-cf-distance-incremental-solution (type FLOAT) (default 0.0))
  (slot number-places (type INTEGER))
)
```

Figura 11: Template per la soluzione possibile.

Il modulo in questione è responsabile della generazione di possibili soluzioni.

Ogni soluzione possibile è descritta principalmente da una o più strutture, le relative città, un grado di certezza e un numero di luoghi (coincidente al numero di strutture). A seconda appunto del numero di luoghi che è stato inferito o scelto dall'utente, vengono generate soluzioni che prevedono quel numero di strutture.

Innanzitutto, vengono create attraverso una regola le soluzioni composte da un solo posto. La regola in questo caso non fa altro che trasporre il punteggio acquisito dalla struttura nei moduli precedenti in una soluzione possibile.

Una seconda regola ha il compito di creare soluzioni da n luoghi (inferito o richiesto dall'utente), a partire da soluzioni di $n-1$ luoghi e 1 luogo, incrementalmente. Entrano qui in gioco i fatti del template descritto nel capitolo 1.4.2 Modulo GENERATE-CITIES, ossia quelli che permettono di stabilire se due città sono vicine e quanto lo sono (a seconda dello slot di distanza, viene associato un determinato CF- entro 30km 0.4, entro 60 km 0.2, entro 100 km 0.0). Infatti, si permettono soluzioni da più posti solo se questi sono raggiungibili, ossia entro 100km.

Si sottolinea infine che è stato deciso di proporre una sola soluzione per città: di conseguenza, se ci fossero più strutture nella stessa città con punteggio molto buono, solo la migliore di queste verrà proposta, per consentire un insieme di proposte più variegato e non dominato da una sola città.

1.5 Area 5 – Interazioni con l'utente

Quest'area contiene i moduli di interazione input-output con l'utente, ossia *USER-INTERACTION* e *PRINT-RESULTS*.

1.5.1 Modulo USER-INTERACTION

Questo modulo ha il compito di esplicitare le domande all'utente a video. È qui presente la funzione per effettuare la domanda su terminale. È in grado di verificare la consistenza dell'input in base alla domanda (se ad esempio non è compreso nel range previsto, se la risposta non fa parte delle risposte valide della domanda posta, se il pattern di risposta inserito non è corretto, ...). In caso di errore, il modulo ripropone la domanda, al fine di consentire una risposta coerente.

1.5.2 Modulo PRINT-SOLUTIONS

Il modulo stampa semplicemente a video i risultati ottenuti, in ordine decrescente di CF (4 in Figura 2).

2. Scenari

Il sistema è stato testato su differenti scenari, tra i quali si riportano alcuni dei più significativi. Segue un'illustrazione di ciascuno di essi, riportando anche i ragionamenti e i CF combinati che il sistema concretizza.

Scenario 1: Giuseppe Verdi - a

Il primo scenario che viene descritto riguarda una persona profilata nel seguente modo:

- Età: *23 anni*;
- Turismo preferito: *sportivo, montano, termale*;
- Residente in *Piemonte*;
- Ultima regione visitata: *Liguria*;
- Servizi di hotel preferiti: *Wi-Fi, parcheggio, piscina*.

L'utente desidera trascorrere **1 notte** fuori, in **2 persone**, con un **budget di 30€** a notte per camera.

Se non rispondesse a nessuna delle domande opzionali, ci si aspetta soluzioni con una leggera prevalenza sul turismo sportivo, montano e termale. Inoltre, ci si aspetta che la regione Piemonte sia penalizzata di molto, poiché è poco probabile che l'utente voglia andare in vacanza nella stessa regione in cui abita. Per quanto riguarda la regione Liguria, ci si aspetta che venga penalizzata leggermente, poiché si crede un utente giovane non voglia andare in vacanza per due volte consecutive nel medesimo posto. È naturale

Una giocata al volo (AO)	Saint Vincent	1*	35€
10/22 rooms available			
Services: (parking tv)			
CERTAINTY FACTOR: 0.563974			
Jodel (TR)	Trento	2*	40€
7/8 rooms available			
Services: (tv spa wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.475528			
Baraonda (RA)	Ravenna	1*	20€
11/27 rooms available			
Services: (air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.409850			

Figura 12: 1° iterazione, scenario Giuseppe Verdi - a.

aspettarsi una maggiore propensione verso gli hotel che offrono il Wi-Fi, il parcheggio e la piscina. Un budget giornaliero di 30€ comporta una qualità di struttura adeguata: numero di stelle basso e servizi non di lusso. Infine, ci si aspetta un indirizzamento verso il turismo enogastronomico, termale e di lago grazie alla durata della vacanza di una sola notte.

Giustificiamo ora le conclusioni del sistema esperto alla prima iterazione:

- Al primo posto c'è un hotel di Saint Vincent. Questo sicuramente perché è un luogo di montagna e il turismo termale, lagunare e sportivo è alto. Il costo per camera a notte sfiora solo di 5€ dal budget, il numero di stelle è adatto. I servizi sono adatti solo in parte.
- Al secondo posto c'è un hotel di Trento. Le motivazioni sono analoghe a prima. Inoltre, l'hotel è praticamente vuoto, quindi sicuramente è stato avvantaggiato.

Al fresco (IM)	Imperia	1 *	30€
10/15 rooms available			
Services: (tv wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.654193			
La Torre (PI)	Pisa	2 *	35€
10/15 rooms available			
Services: (wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.541605			
Baraonda (RA)	Ravenna	1 *	20€
11/27 rooms available			
Services: (air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.538805			
Al sole (SV)	Savona	2 *	45€
10/11 rooms available			
Services: (parking pet tv)			
CERTAINTY FACTOR: 0.468779			
Movida (RM)	Rimini	2 *	35€
10/20 rooms available			
Services: (pool air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.443828			

Figura 13: 2° iterazione, scenario Giuseppe verdi - a

- Al terzo e ultimo posto abbiamo un hotel di Ravenna. Ravenna come città non ha un CF molto alto (circa 0). Si avvicina all'incertezza grazie allo sport e al turismo enogastronomico (quest'ultimo dovuto alla richiesta di una vacanza da una notte). Il

budget è abbastanza vicino, l'hotel è mediamente libero e le stelle sono adatte. Questo è un chiaro esempio nel quale non si sa se la città sia adatta all'utente, ma siccome in quest'ultima è presente un hotel buono, allora la soluzione è buona.

Alla seconda iterazione, si procede asserendo la volontà di andare al mare. Le soluzioni cambiano radicalmente, orientandosi tutte verso soluzioni marittime. Infatti, la richiesta esplicita dell'utente ha molto più peso rispetto alla profilazione. Nonostante la Liguria sia leggermente penalizzata perché è stata regione oggetto di vacanza l'ultima volta, Imperia si trova al primo posto. Questo perché evidentemente i turismi asseriti e inferiti sono consoni alla città. Inoltre, la struttura è ottima e disponibile.

Alla terza iterazione, supponiamo che l'utente non voglia più vedere soluzioni liguri, dato che ci è stato la volta precedente. Asserendo la volontà di non volere più la regione Liguria, si ottiene il taglio delle soluzioni che la riguardano.

La Torre (PI)	Pisa	2*	35€
10/15 rooms available			
Services: (wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.541605			
Baraonda (RA)	Ravenna	1*	20€
11/27 rooms available			
Services: (air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.538805			
Movida (RM)	Rimini	2*	35€
10/20 rooms available			
Services: (pool air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.443828			

Figura 14: 3° iterazione, scenario Giuseppe Verdi - a

L'utente, ancora non soddisfatto, decide alla quarta iterazione di asserire la volontà di avere un turismo culturale nella sua breve vacanza. Grazie a questo, si ottiene una soluzione in più al terzo posto.

Infine, alla quinta iterazione, l'utente decide di variare il budget, portandolo da 30 a 50€. Le soluzioni cambiano, favoreggiando quelle che hanno un costo per camera giornaliero vicino

a 50€. Entra in scena Bologna grazie al turismo culturale di volontà dell'utente, enogastronomico alto e favorevole all'expertise, ampia disponibilità e costo molto adatto.

La Torre (PI)	Pisa	2*	35€
10/15 rooms available			
Services: (wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.575078			
Baraonda (RA)	Ravenna	1*	20€
11/27 rooms available			
Services: (air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.510976			
San Francesco (PG)	Assisi	2*	40€
6/8 rooms available			
Services: (tv wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.444454			
Movida (RM)	Rimini	2*	35€
10/20 rooms available			
Services: (pool air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.410268			

Figura 15: 4° iterazione, scenario Giuseppe Verdi - a.

Il Maggiore (BO)	Bologna	2*	50€
8/9 rooms available			
Services: (wifi tv air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.631289			
Nella notte (RM)	Rimini	2*	50€
6/17 rooms available			
Services: (wifi tv air-conditioning laundry)			
CERTAINTY FACTOR: 0.580675			
Ostello di Massa (MS)	Massa	2*	45€
10/32 rooms available			
Services: (wifi tv)			
CERTAINTY FACTOR: 0.543556			
Con permesso (FE)	Ferrara	2*	60€
2/3 rooms available			
Services: (parking wifi tv)			
CERTAINTY FACTOR: 0.524221			
San Francesco (PG)	Assisi	2*	40€
6/8 rooms available			
Services: (tv wifi)			
CERTAINTY FACTOR: 0.519486			

Figura 16: 5° iterazione, scenario Giuseppe verdi - a.

Scenario 2: Giuseppe Verdi – b

Mantenendo le stesse osservazioni sulla profilazione effettuate precedentemente, si immagina ora lo stesso utente che tenta di prenotare per **10 persone**, per una durata di **3 notti**, e un **budget di 200€** a camera a notte. Non rispondendo ad altre domande, il sistema non propone nessuna soluzione, poiché nessuna si presta alla richieste effettuate (soprattutto per il budget e la disponibilità).

Alla seconda iterazione l'utente varia il budget, portandolo a 130€. Si ottengono i seguenti risultati:

Si nota qui una particolarità. Le due soluzioni proposte sono molto simili in tutti gli aspetti: stesso budget, quasi gli stessi servizi, stesse tipologie di turismo, stessa regione. Eppure, il CF finale fa propendere per Trieste. Si evidenzia qui la gestione del flusso turistico: dal momento in cui il primo hotel non ha camere prenotate, mentre il secondo è quasi tutto occupato, il sistema depotenzia la seconda soluzione e potenzia la prima, consigliando all'utente la soluzione con la struttura più libera.

Bora resort (TS)	Trieste	4*	135€
22/22 rooms available			
Services: (parking wifi air-conditioning tv spa room-service pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.571879			
Il giocatore (GO)	Gorizia	4*	135€
5/25 rooms available			
Services: (parking wifi tv room-service laundry pool air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.436554			

Figura 17: 2° iterazione, scenario Giuseppe Verdi - b.

Scenario 3: Mario Rossi

In questo scenario si cambia l'utente, che ha la seguente profilazione:

- Età: *69 anni*;
- Turismo preferito: *marittimo*;
- Residente in *Toscana*;
- Ultima regione visitata: *Emilia-Romagna*;
- Servizi di hotel preferiti: *TV, animali domestici*.

L'utente desidera trascorrere una vacanza di **20 notti**, in **4 persone**, con un **budget di 100€** a notte per camera.

Analogamente all'utente degli scenari precedenti, se non rispondesse a nessuna delle domande opzionali, ci si aspetta soluzioni con una leggera prevalenza sul turismo marittimo. Inoltre, ci si aspetta che la regione Toscana sia penalizzata. Per quanto riguarda la regione Emilia-Romagna, non ci si aspetta che venga penalizzata dato che l'utente non è giovane. Ci si aspetta una maggiore propensione verso gli hotel che offrono la TV e concedano gli animali domestici. Il budget di 100€ indirizzano le soluzioni che coinvolgono strutture da 3 stelle e servizi anche meno essenziali. Il numero elevato di notti fa sì che il servizio di lavaggio indumenti e di animali domestici siano consigliati. Infine, ci si aspetta un indirizzamento verso il turismo enogastronomico, culturale e montano, dato che l'utente è medio – anziano.

Bella vista (GE)	Genova	3*	80€
20/24 rooms available			
Services: (parking wifi tv pool pet laundry)			
CERTAINTY FACTOR: 0.546149			
Ia piazza (BO)	Bologna	3*	90€
2/7 rooms available			
Services: (wifi tv room-service air-conditioning pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.404785			
Luxury place (PG)	Assisi	4*	110€
10/13 rooms available			
Services: (tv pet air-conditioning spa wifi room-service)			
CERTAINTY FACTOR: 0.400918			

Figura 18: 1° iterazione, scenario Mario Rossi.

Dalla soluzione si evince che le aspettative sono abbastanza rispettate. Ad esempio, il turismo di mare e culturale hanno avuto la meglio, le stelle sono adeguate, il budget si discosta poco in tutti e tre i casi dal budget richiesto e i servizi sono quelli attesi.

Bella vista (GE)	Genova	3*	80€
20/24 rooms available			
Services: (parking wifi tv pool pet laundry)			
CERTAINTY FACTOR: 0.577444			
La Baita (AO)	Aosta	3*	95€
5/12 rooms available			
Services: (room-service parking wifi tv laundry pool)			
CERTAINTY FACTOR: 0.537497			
L'azzardo (AO)	Saint Vincent	3*	100€
5/12 rooms available			
Services: (pool parking wifi tv spa air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.526540			
Le Dolomiti (BO)	Bolzano	3*	110€
10/12 rooms available			
Services: (tv spa wifi air-conditioning pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.408462			
La piazza (BO)	Bologna	3*	90€
2/7 rooms available			
Services: (wifi tv room-service air-conditioning pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.404543			

Figura 19: Iterazione 2, scenario Mario Rossi.

Alla seconda iterazione, l'utente Mario Rossi imposta la presenza di bambini nel suo gruppo. Ci si aspetta che i risultati cambino, in modo tale da penalizzare mete culturali e religiose (considerate da expertise noiose per i bambini), e da favorire hotel che hanno la piscina come servizio incluso. Come si nota in figura, ad esempio, una città culturale come Assisi non compare più tra le nuove soluzioni. Si osserva che entrano nelle nuove soluzioni anche mete prima non incluse, come Aosta. Questo accade poiché la penalizzazione precedente porta a favorire mete senza le tipologie di turismo penalizzate.

Alla terza iterazione, l'utente decide di impostare il numero di posti da visitare a 2. Questa asserzione permette di proporre nuove soluzioni.

L'unica soluzione proposta è una soluzione montana, con due città piuttosto vicine fra di loro: queste due città vengono consigliate fra quelle che all'iterazione precedente erano adatte alle aspettative.

La Baita (AO)	Aosta	3*	95€
5/12 rooms available			
Services: (room-service parking wifi tv laundry pool)			
L'azzardo (AO)	Saint Vincent	3*	100€
5/12 rooms available			
Services: (pool parking wifi tv spa air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.621232			

Figura 20: 3° iterazione, scenario Mario Rossi.

La Baita (AO)	Aosta	3*	95€
5/12 rooms available			
Services: (room-service parking wifi tv laundry pool)			
L'azzardo (AO)	Saint Vincent	3*	100€
5/12 rooms available			
Services: (pool parking wifi tv spa air-conditioning)			
CERTAINTY FACTOR: 0.666053			
Baita tedesca (TR)	Trento	3*	80€
4/6 rooms available			
Services: (tv spa wifi air-conditioning pet)			
Le Dolomiti (BO)	Bolzano	3*	110€
10/12 rooms available			
Services: (tv spa wifi air-conditioning pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.511646			
Hotel L'Arena (VR)	Verona	2*	95€
14/20 rooms available			
Services: (tv parking pet)			
Il Lago (BS)	Desenzano del Garda	3*	100€
10/15 rooms available			
Services: (wifi pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.467279			
Baita tedesca (TR)	Trento	3*	80€
4/6 rooms available			
Services: (tv spa wifi air-conditioning pet)			
Hotel L'Arena (VR)	Verona	2*	95€
14/20 rooms available			
Services: (tv parking pet)			
CERTAINTY FACTOR: 0.408088			

Figura 21: 4° iterazione, scenario Mario Rossi.

Alla quarta e ultima iterazione, l'utente Mario Rossi decide di impostare il turismo lagunare e naturalistico. Appaiono soluzioni nuove oltre la precedente, che coinvolgono questi turismi.

Limiti dell'implementazione

Può essere considerato un limite quello che le soluzioni proposte siano sempre di un certo tipo, ovvero composte da un numero preciso di luoghi da visitare. Di conseguenza, se le soluzioni da più luoghi non fossero presenti, e il numero preciso l'avesse richiesto espressamente l'utente, il sistema non produce soluzioni: anche se è un comportamento giudicato corretto, potrebbe invece essere utile proporre soluzioni variegate anche sul numero di luoghi.

Potrebbe essere considerato un altro limite dell'implementazione corrente quello di non suddividere la comitiva su più hotel di una stessa città o città vicine, quando nessun hotel è in grado di ospitarla per intero.

Nel caso di soluzioni con più luoghi di uguali città, si è scelto di tenere solo quella con il CF maggiore (ossia con la miglior composizione di strutture, tenendo presente il tasso di disponibilità). Questo può essere considerato un limite, poiché si escludono soluzioni altrettanto buone ma con differenti hotel. Al tempo stesso possono esistere soluzioni che hanno uno stesso hotel in coppia con altri.

Tra i parametri che si possono impostare, non è stato previsto un budget per l'intera vacanza, bensì un budget giornaliero. Può essere considerato un limite, ma pensando ai casi reali di noti siti di ricerca di viaggi, si è deciso di mantenere la stessa linea che loro adottano. Effettivamente, è più semplice inferire conoscenza da un budget giornaliero piuttosto che complessivo: l'utente, definendo un budget giornaliero, esprime indirettamente anche una qualità di servizio pretesa, cosa che sarebbe più difficile esprimere con un budget complessivo.