

# Progetto di Intelligenza Artificiale e Laboratorio

## Modulo 2: Planning e Sistemi a Regole

Alessio Ballone, Francesco Odierna

## 1 Introduzione

Il lavoro presentato ha ad oggetto lo sviluppo di un *sistema esperto* in grado di suggerire ai clienti di un'agenzia di viaggi dei pacchetti vacanze sulla base delle loro richieste.

Un sistema esperto è un programma basato su un modello cognitivo umano che simula il processo di decision making di un utente umano esperto. Un sistema esperto è basato sulla *conoscenza* di un determinato dominio ed è fortemente dipendente da quest'ultimo. La rappresentazione della conoscenza è esplicita e ciò rappresenta un vantaggio rispetto ad altri modelli, come ad esempio le reti neurali, in quanto è possibile capire come vengono portate a termine le inferenze guardando le regole attivate per arrivare ad una conclusione.

La conoscenza dell'utente esperto è codificata all'interno del sistema tramite delle regole che, insieme ai fatti che descrivono il dominio, costituiscono la *base di conoscenza*. La base di conoscenza corrisponde alla nostra memoria a lungo termine.

La conoscenza iniziale e l'input dell'utente vengono codificati tramite fatti e memorizzati in una *memoria di breve termine*, anche detta *memoria di lavoro*, che ha la funzione di contenere i fatti che rappresentano il problema e lo stato corrente del mondo.

I fatti fungono da stimolo sensoriale e attivano una o più regole nella memoria a lungo termine. Le regole attivate modificano la memoria di lavoro e possono attivare a loro volta altre regole, in quanto potrebbero modificare o aggiungere fatti.

L'esecuzione delle regole è possibile grazie ad un *motore inferenziale*, costituito da un'*agenda* rappresentata da uno stack di *regole attivabili*, ossia regole le cui precondizioni sono soddisfatte e che possono essere mandate in esecuzione. L'agenda è uno stack poiché le regole sono ordinate secondo qualche *criterio di preferenza*, infatti la regola in cima allo stack è quella che viene mandata per prima in esecuzione. Se l'agenda si svuota, il sistema

esperto ha inferito tutto ciò che poteva inferire e non è in grado di aggiungere altre informazioni, a meno che non arrivino nuovi fatti nella memoria di lavoro.

Un sistema esperto basato sulla conoscenza deve esprimere due conoscenze: quella di *dominio*, che rappresenta il *cosa*; e quella di *controllo*, che rappresenta *come* utilizzare la conoscenza sul dominio per risolvere i problemi. A tal fine abbiamo opportunamente strutturato il codice in modo da distinguere i due tipi di conoscenza.

## 2 Definizione della conoscenza

Nel presente capitolo descriviamo il modo in cui è stata rappresentata la conoscenza ponendo enfasi sulle scelte che ci hanno permesso di separare la conoscenza di dominio da quella di controllo.

### 2.1 Conoscenza di dominio

La conoscenza di dominio viene rappresentata tramite i seguenti templates:

- **region**: rappresenta una regione. È costituito da un **name** e da una o più **locations**, che rappresentano rispettivamente il nome della regione e i luoghi presenti nella regione.
- **location**: rappresenta un luogo. È costituito da un **name**, da una **region**, da una coppia di punti  $(x, y)$  e da uno o più **kind of tourism and stars**. I campi elencati rappresentano rispettivamente il nome del luogo, la regione in cui si trova, la posizione del luogo e uno o più tipi di turismo offerti dalla regione, ognuno seguito da un numero di stelle che va da 0 a 5. Più è alto il numero di stelle e più peso avrà il luogo rispetto al determinato tipo di turismo.
- **hotel**: rappresenta un hotel. È costituito da un **name**, da un **num of rooms**, da un **num of available rooms**, da una **location** da un numero di **stars** e un **cost**. I campi elencati rappresentano rispettivamente il nome dell'hotel, il numero di camere totali dell'hotel, il numero di camere disponibili, il luogo in cui si trova, il numero di stelle e il costo per notte.
- **attribute**: rappresenta un attributo generico. È costituito da un **name**, uno o più **value** e un **certainty factor**. I campi elencati rappresentano rispettivamente il nome dell'attributo, il valore ad esso associato e il grado di certezza associato all'attributo.

- **question**: rappresenta una domanda. È costituito da un **attribute**, da un campo **the question**, una o più **valid answer**, un campo **already asked** e uno o più **precursors**. I campi elencati rappresentano rispettivamente un identificativo per la domanda, che fungerà da nome per un fatto **attribute**, il cui valore sarà la risposta fornita dall'utente; la domanda vera e propria, una serie di possibili risposte, un flag che indica se l'utente ha già dato una risposta alla domanda, in modo tale che la stessa domanda non sia posta due volte, a meno di eccezioni, e infine una serie di precondizioni da soddisfare affinché la domanda possa essere posta. Ad esempio, per effettuare una domanda che riguarda la ritrattazione di un criterio di preferenza il sistema deve prima produrre i pacchetti vacanze.

Per separare la conoscenza di dominio da quella di controllo i templates elencati in precedenza vengono inseriti in un file dedicato.

## 2.2 Conoscenza di controllo

La conoscenza di controllo è codificata in sei moduli ognuno dei quali assolve una specifica funzione.

### 2.2.1 Modulo MAIN

Il modulo **MAIN** è il primo ad essere eseguito e definisce il flusso di esecuzione del sistema. Inoltre mette a disposizione la funzione **ask question**, che permette di porre domande all'utente del sistema e una regola **combine certainties** che scatta ogniqualvolta è asserito un **attribute** già esistente con un certainty factor diverso da quello che aveva in precedenza. Certainty factors diversi vengono combinati utilizzando la seguente formula:

$$CF = (CF_1 + CF_2) - (CF_1 \cdot CF_2)$$

### 2.2.2 Modulo QUESTIONS

Il modulo **QUESTION** mette a disposizione una serie di regole per porre le domande all'utente. Il modulo utilizza la funzione **ask question** definita nel modulo **MAIN** e colleziona gli input dell'utente sotto forma di fatti definiti tramite il template **attribute**. Le regole definite scattano quando sono presenti dei fatti **question**, che rappresentano le domande. Tale modulo rappresenta l'interfaccia del sistema verso l'utente.

### 2.2.3 Modulo CHOOSE-SPECIFICATIONS

Il modulo CHOOSE-SPECIFICATIONS rappresenta il cuore del sistema, in quanto vi sono codificate le regole che permettono di effettuare le inferenze che producono i fatti utili a generare i pacchetti vacanze.

Sulla base dei fatti presenti nella base di conoscenza, che rappresentano la conoscenza di dominio, e degli input dell'utente, che costituiscono nuovi fatti conservati nella memoria di lavoro, si attivano le regole le cui precondizioni sono soddisfatte. Tali regole potrebbero asserire nuovi fatti o modificare/ritrattare fatti già esistenti.

Quando l'agenda del modulo diventa vuota avremo una serie di **attribute** che rappresentano le *possibili migliori scelte*. Le possibili migliori scelte sono quei fatti inferiti applicando le regole alla conoscenza di dominio e agli input dell'utente, che costituiscono gli stimoli sensoriali inviati sistema.

### 2.2.4 Modulo GENERATE-VACATION

Nel modulo GENERATE-VACATION sono definite le regole per generare i pacchetti vacanze. Sulla base delle possibili migliori scelte prodotte dal modulo CHOOSE-SPECIFICATIONS vengono generati tutti i possibili pacchetti vacanze, ognuno con un *certainty factor* che dipende dalle preferenze espresse dall'utente.

### 2.2.5 Modulo PRINT-RESULTS

Il modulo PRINT-RESULTS è meramente operativo. Il suo compito è quello di prendere i pacchetti vacanze generati dal modulo GENERATE-VACATION e stamparli a video in modo che l'utente possa visualizzare la risposta del sistema.

### 2.2.6 Modulo MODIFY-RESEARCH

L'utente del sistema può voler modificare alcuni criteri di preferenza, ad esempio può rendersi conto che un determinato pacchetto vacanze rientra pienamente nel suo budget, tanto da spendere meno di quanto previsto, e quindi potrebbe pensare di aggiungere qualche giorno alla vacanza. Potrebbe voler andare in un hotel migliore, quindi ritrattare il numero di stelle o potrebbe capitare che il budget specificato nella fase iniziale sia troppo basso e quindi vorrebbe modificarlo così da avere qualche chance in più di andare in vacanza.

Il modulo MODIFY-RESEARCH permette di ritrattare uno dei criteri di preferenza espressi nella fase iniziale della ricerca. In particolare, l'utente può

decidere di ritrattare il numero di stelle che l'hotel deve possedere, il budget a sua disposizione o il numero di giorni della vacanza. In questo modulo vengono ritrattati tutti i fatti che non si accordano con i nuovi criteri di ricerca: ad esempio, se l'utente nella prima fase ha specificato un numero di stelle minimo pari a due e ritratta questo numero a tre, tutti i pacchetti vacanze che includono hotel a due stelle non devono essere riproposti all'utente.

## 2.3 Organizzazione dei moduli

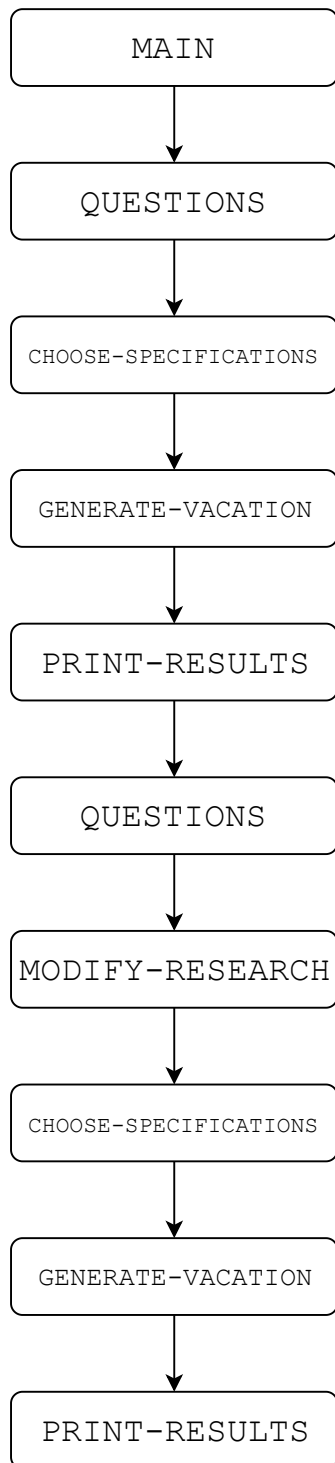
In Figura 1 troviamo l'organizzazione dei moduli del sistema.

L'idea alla base dell'organizzazione dei moduli è la seguente: il modulo **MAIN** funge da iniziatore del sistema, definisce il flusso di esecuzione dei moduli e mette a disposizione alcuni costrutti di base utilizzati dagli altri i moduli (**combine-certainties**, **ask-question**).

Il modulo **QUESTIONS** ha il compito di interfacciarsi con l'utente chiedendogli le preferenze sulla vacanza. Le preferenze dell'utente sono collezionate sotto forma di fatti che saranno utilizzati dal modulo **CHOOSE-SPECIFICATIONS** per produrre le possibili migliori scelte, anch'esse sotto forma di fatti. Questi ultimi sono utilizzati dal modulo **GENERATE-VACATION** che combina le possibili migliori scelte producendo diversi pacchetti vacanze con i relativi certainty factor.

A questo punto entra in gioco il modulo **PRINT-RESULTS**, che stampa i migliori 5 pacchetti scelti tra quelli disponibili. Ovviamente i pacchetti possibili possono essere anche di meno. Ciò accade nel caso in cui l'utente abbia inserito richieste troppo specifiche o poco verosimili, ad esempio se l'utente vuole andare in vacanza per 10 giorni, insieme ad altre cinque persone, in un hotel che abbia almeno quattro stelle e con un budget di 200 euro, è molto probabile che non ci sia una pacchetto vacanze in grado di soddisfare tutti i requisiti.

In seguito alla stampa dei possibili pacchetti vacanze il sistema, tramite il modulo **QUESTIONS**, chiede all'utente se vuole modificare i criteri di ricerca. L'utente ha due possibilità: modificare i criteri di ricerca o non modificarli. Nel caso in cui scelga di non modificarli, la computazione termina, in quanto nessuna regola dei moduli successiva sarà attivata. Se invece l'utente decide di modificare i criteri di ricerca, gli vengono poste delle domande tramite il modulo **QUESTIONS** circa i criteri da modificare. A quel punto l'utente inserisce le risposte e una volta terminata la fase di acquisizione dei nuovi fatti si passa alla rielaborazione delle soluzioni, effettuata tramite il modulo **MODIFY-RESEARCH**, che, sulla base dei nuovi fatti, ritratta tutti i fatti presenti in contrasto con i nuovi fatti acquisiti.



A questo punto si passa al modulo **CHOOSE-SPECIFICATIONS** che rielabora le possibili migliori scelte sulla base dei nuovi fatti asseriti.

A partire dalle nuove possibili migliori scelte vengono rielaborati i possibili pacchetti vacanze tramite il modulo **GENERATE-VACATION** e vengono mostrati all'utente tramite il modulo **PRINT-RESULTS**. Giunti a questo punto l'esecuzione termina.

### 3 Scelte progettuali

In questo capitolo saranno esposte le scelte progettuali più rilevanti. Laddove non c'erano vincoli abbiamo utilizzato il buon senso mettendoci nei panni dell'utente e immaginando uno scenario il più realistico possibile.

All'utente viene posta una serie di domande. Alcune di queste prevedono una risposta obbligatoria, altre no. In particolare, l'utente è obbligato a specificare il budget a sua disposizione, il numero di giorni e il numero di persone che prenderanno parte alla vacanza. L'utente può eventualmente esprimere una preferenza sul numero di luoghi da visitare nell'arco della vacanza, una regione particolarmente gradita, una regione da evitare, il numero minimo di stelle che l'hotel deve possedere e uno o più tipi di turismo tra i nove proposti (Balneare, Montano, Lacustre, Naturalistico, Termale, Culturale, Religioso, Sporivo, Enogastronomico).

Abbiamo deciso di imporre dei limiti inferiori e superiori sui possibili criteri di scelta e dei valori di default per i criteri opzionali. In particolare:

- Budget: da 50 a 10000 euro.
- Numero di giorni: da 1 a 15.
- Numero di persone: da 1 a 15.
- Numero di posti da visitare: da 1 a 3. Default: 1.
- Minimo numero di stelle: da 1 a 4. Default: 1.
- Regione preferita e regione da evitare: una tra le possibili regioni proposte. Default: tutte le regioni vengono messe sullo stesso piano di preferenza assegnando ad ognuna un certainty factor pari a 0. Non è possibile specificare come regione da evitare una regione per cui è stata espressa una preferenza in precedenza.
- Tipo di turismo: uno tra i nove proposti. Default: tutti i luoghi vengono messi sullo stesso piano di preferenza rispetto al tipo di turismo assegnando ad ognuno un certainty factor pari a 0.

Per quanto riguarda le preferenze circa i luoghi abbiamo ragionato in questi termini:

- Un luogo avrà una preferenza maggiore se presenta il tipo di turismo specificato. A parità di tipo di turismo si considera la regione preferita. Ad esempio, nel caso in cui l'utente voglia andare al mare, Otranto e Sorrento saranno considerate alla pari, tuttavia se l'utente preferisce andare in Puglia, Otranto sarà preferita a Sorrento; viceversa, se l'utente preferisce andare in Campania, Sorrento sarà preferita a Otranto.
- I luoghi che si trovano nella regione da evitare non sono proposti nella soluzione.
- I luoghi che non possiedono il tipo di turismo preferito dall'utente non sono proposti nella soluzione.

Agli hotel si applicano i seguenti criteri:

- Nella prima fase il gradimento di un hotel è misurato sulla base del numero di stelle, senza tener conto di altri criteri, di conseguenza gli hotel con stelle più stelle saranno preferiti ad hotel con un numero minore di stelle.
- Le preferenze associate agli hotel sono poi combinante con le preferenze rispetto ai luoghi, quindi può capitare che un hotel con tre stelle che si trova in un luogo ad alta preferenza venga preferito ad un hotel con quattro stelle che si trova in un luogo per cui l'utente non ha espresso la preferenza. In questo modo viene effettuato un ranking degli hotel.
- Gli hotel che si trovano nella regione da evitare non vengono proposti nella soluzione.
- Gli hotel che hanno un numero di camere non sufficiente a soddisfare le esigenze dell'utente non vengono presi in considerazione.
- Gli hotel il cui costo per notte supera le possibilità economiche dell'utente non vengono presi in considerazione.
- Gli hotel che hanno un numero inferiore di stelle rispetto al numero minimo di stelle specificato dall'utente non vengono presi in considerazione.

In generale ai pacchetti vacanze si applicano i seguenti criteri:



- I pacchetti vacanze vengono prodotti considerando il migliore hotel e il miglior luogo stabiliti sulla base dei criteri precedenti.
- I pacchetti vacanza vengono ordinati sulla base del prezzo, o meglio, sulla base di quanto rimane del budget iniziale. Supponiamo che l'utente voglia trascorrere quindici giorni in Puglia insieme alla fidanzata, magari al mare, in un hotel che abbia almeno tre stelle e che il suo budget sia pari a 1000 euro. Il sistema produrrà diverse alternative proponendo prima i luoghi in Puglia che offrono un turismo di tipo balneare. I luoghi proposti saranno ordinati sulla base del budget residuo, quindi verranno proposti prima i pacchetti meno costosi e poi quelli più costosi. Ciò implica che i pacchetti visualizzati come primi includeranno hotel con meno stelle, in quanto il prezzo per notte nel nostro sistema è direttamente proporzionale al numero di stelle. Tuttavia in una situazione reale potremmo trovare due hotel a quattro stelle e uno dei due hotel costa meno dell'altro. In questo caso il nostro sistema proporrà l'hotel meno costoso, perché è quello che farà risparmiare di più l'utente. Nel caso in cui ci siano due hotel allo stesso prezzo e uno dei due ha un numero di stelle superiore, il nostro sistema suggerirà quello con il numero di stelle più elevato. Anche questo caso non è possibile nel nostro sistema poiché il costo è direttamente proporzionale al numero di stelle.

Ai pacchetti vacanze che prevedono destinazioni multiple sono applicati i seguenti criteri:

- La distanza tra i luoghi è calcolata utilizzando la distanza di Manhattan. Visto che la posizione dei luoghi è espressa tramite coordinate della forma  $(x, y)$  abbiamo stabilito che 20km corrispondono a una unità. I luoghi che distano più di cinque unità non vengono presi in considerazione nella soluzione, in quanto distano più di 100km.
- Sono preferite le coppie o le triple di luoghi che presentano una distanza minima tra di loro. Supponendo che l'utente voglia andare in Puglia per il turismo balneare e voglia visitare due luoghi, il sistema produrrà due possibili alternative: Otranto-Brindisi e Otranto-Torre dell'Orso. La seconda alternativa sarà preferita alla prima in quanto la distanza tra i luoghi è minore rispetto alla prima alternativa.
- Un singolo luogo richiede almeno un giorno per essere visitato, quindi per ottenere un pacchetto vacanze che prevede tre possibili destinazioni l'utente deve specificare un numero di giorni maggiore o uguale a tre.

Quanto detto si applica anche ai pacchetti che prevedono due possibili destinazioni.

Abbiamo previsto un fatto **best num of stars** calcolato sulla base del numero minimo di stelle e del budget a disposizione dell'utente. In questo modo se l'utente vuole un hotel che abbia almeno due stelle ed ha abbastanza soldi gli verranno proposti anche hotel a tre e quattro stelle.

L'utente, dopo la produzione dei pacchetti vacanze può decidere di ritrattare uno tra i seguenti criteri: budget, numero di stelle e numero di giorni. Dopo l'eventuale ritrattazione di uno dei criteri proposti verranno mostrati i pacchetti vacanze prodotti sulla base dei nuovi criteri.

## 4 Risultati

Seppur impossibile testare tutti i possibili casi abbiamo effettuato diverse prove per verificare la bontà del nostro sistema. In particolare, siamo partiti da scenari in cui abbiamo una specifica completa dei criteri fino ad arrivare a scenari in cui si specificano solo i criteri obbligatori.

Sono stati testati i seguenti casi banali:

- Budget non sufficiente
- Numero di giorni minore al numero di luoghi da visitare

e i seguenti casi non banali:

- Vacanza a destinazione singola e multipla in cui si specificano tutti i criteri.
- Vacanza a destinazione multipla con criteri parzialmente specificati.
- Vacanza a destinazione multipla in cui si specificano solo i criteri obbligatori.
- Vacanza a destinazione in cui si ritratta uno dei tre criteri ritrattabili (budget, numero di stelle, numero di giorni).

**Test 1: destinazione singola, criteri completamente specificati** I criteri specificati sono i seguenti:

- Numero di giorni: 5
- Numero di persone: 4

- Budget: 1000 euro
- Luoghi da visitare: 1
- Numero di stelle minimo: 2
- Regione preferita: Toscana
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: montano, enogastronomico

HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Simba	2	Avellino	5	2	750.00	100%
Oro	2	Arezzo	5	3	1000.00	100%
Fujiko	2	Firenze	5	3	1000.00	100%
Duecento	2	Perugia	5	2	750.00	96%
Pumba	2	Salerno	5	3	1000.00	90%

Figura 2: Pacchetti vacanze proposti

In Figura 2 possiamo osservare i risultati della ricerca.

**Test 2: destinazioni multiple, criteri completamente specificati** I criteri specificati sono i seguenti:

- Numero di giorni: 11
- Numero di persone: 3
- Budget: 2500 euro
- Luoghi da visitare: 3
- Numero di stelle minimo: 2
- Regione preferita: Lazio
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: balneare, lacustre, culturale, religioso

In Figura 3 possiamo osservare i risultati della ricerca.

HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Goemon	2	Roma	4	2	600.00	100%
Peroni	2	Ostia	4	3	800.00	100%
Trecento	2	Bolsena	3	3	600.00	100%
Fujiko	2	Firenze	4	3	800.00	100%
Acciaio	2	Siena	4	2	600.00	100%
Trecento	2	Bolsena	3	3	600.00	100%
Acciaio	2	Siena	4	2	600.00	100%
Trecento	2	Bolsena	4	3	800.00	100%
Peroni	2	Ostia	3	3	600.00	100%
Duecento	2	Perugia	4	2	600.00	98%
Trecento	2	Bolsena	4	3	800.00	98%
Peroni	2	Ostia	3	3	600.00	98%
Acciaio	2	Siena	4	2	600.00	98%
Trecento	2	Bolsena	4	3	800.00	98%
Duecento	2	Perugia	3	2	450.00	98%

Figura 3: Pacchetti vacanze proposti

**Test 3: destinazioni multiple, criteri parzialmente specificati** I criteri inseriti sono i seguenti:

- Numero di giorni: 8
- Numero di persone: 6
- Budget: 2500 euro
- Luoghi da visitare: 2
- Numero di stelle minimo: indifferente
- Regione preferita: Umbria
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: indifferente

In Figura 4 possiamo osservare i risultati della ricerca.

**Test 4: destinazioni multiple, solo criteri obbligatori** I criteri inseriti sono i seguenti:

- Numero di giorni: 5
- Numero di persone: 2

HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Duecento	3	Perugia	5	2	1125.00	100%
Vetro	3	Assisi	3	1	450.00	100%
Oro	3	Arezzo	5	3	1500.00	75%
Duecento	3	Perugia	3	2	675.00	75%
Vetro	3	Assisi	5	1	750.00	75%
Poretti	3	Bolsena	3	1	450.00	75%
Cento	3	Arezzo	5	1	750.00	75%
Duecento	3	Perugia	3	2	675.00	75%
Duecento	3	Perugia	5	2	1125.00	75%
Poretti	3	Bolsena	3	1	450.00	75%

Figura 4: Pacchetti vacanze proposti

- Budget: 600 euro
- Luoghi da visitare: indifferente
- Numero di stelle minimo: indifferente
- Regione preferita: indifferente
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: indifferente

HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Jigen	1	Ostia	5	1	250.00	50%
Poretti	1	Bolsena	5	1	250.00	50%
Ferro	1	Terni	5	1	250.00	50%
Vetro	1	Assisi	5	1	250.00	50%
Cento	1	Arezzo	5	1	250.00	50%

Figura 5: Pacchetti vacanze proposti

In Figura 5 possiamo osservare i risultati della ricerca. Ovviamente i risultati della ricerca sono molti di più, tuttavia le specifiche fissano a cinque il numero massimo di risultati da visualizzare. Il CF in questo caso è pari al 50%. Ciò indica un incertezza massima, in quanto non sono state espresse preferenze.

**Test 5: destinazioni multiple, budget non sufficiente successivamente ritrattato** I criteri inseriti sono i seguenti:

- Numero di giorni: 10

- Numero di persone: 2
- Budget: 300 euro ritrattato poi a 3000 euro
- Luoghi da visitare: 2
- Numero di stelle minimo: 3
- Regione preferita: Lazio
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: termale, sportivo

```

HOTEL      #ROOMS      PLACE      #DAYS      #STARS      COST      CF
Nessun pacchetto trovato che soddisfi i requisiti specificati

Vuoi modificare i criteri di ricerca?
[si no]:si

Cosa vuoi modificare?
[#giorni, budget, stelle]
budget

Qual e' il nuovo budget?
[50,...,10000]:3000
Quattrocento 1      Siena      6      4      750.00      100%
Lupin      1      Grosseto      4      4      500.00      100%

Pumba      1      Salerno      6      3      600.00      90%
Timon      1      Napoli      4      4      500.00      90%

Fujiko      1      Firenze      6      3      600.00      85%
Quattrocento 1      Siena      4      4      500.00      85%

Diamante      1      Firenze      6      4      750.00      85%
Quattrocento 1      Siena      4      4      500.00      85%

Quattrocento 1      Siena      6      4      750.00      75%
Oro      1      Arezzo      4      3      400.00      75%

```

Figura 6: Pacchetti vacanze proposti

In Figura 6 possiamo osservare i risultati della ricerca. All'inizio il budget specificato risulta essere troppo basso, quindi non vengono visualizzati pacchetti vacanze. Ritrattando il budget impostandone uno più elevato vengono proposti diversi pacchetti.

**Test 6: destinazioni multiple, numero di stelle ritrattato** I criteri inseriti sono i seguenti:

- Numero di giorni: 5
- Numero di persone: 2
- Budget: 1000
- Luoghi da visitare: 3
- Numero di stelle minimo: 1 poi ritrattato a 3
- Regione preferita: Campania
- Regione da evitare: Lazio
- Tipo di turismo: culturale, enogastronomico, balneare

In Figura 7 possiamo osservare i risultati della ricerca. All'inizio vengono mostrati tutti gli hotel, in quanto il numero minimo di stelle è pari a uno. Ritrattando il numero minimo di stelle a tre, vengono mostrati gli hotel che soddisfanno il requisito e, visto che in Campania non sono presenti hotel di questo tipo in tutte e tre le destinazioni specificate, i risultati precedenti non vengono mostrati.

**Test 7: destinazioni multiple, numero di giorni ritrattato** I criteri inseriti sono i seguenti:

- Numero di giorni: 5 ritrattato poi a 10
- Numero di persone: 2
- Budget: 2000
- Luoghi da visitare: 2
- Numero di stelle minimo: 2
- Regione preferita: indifferente
- Regione da evitare: no
- Tipo di turismo: culturale, enogastronomico, balneare, sportivo, termale

In Figura 8 possiamo osservare che dopo la ricerca il numero di giorni e i relativi prezzi vengono aggiornati.

HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Pumba	1	Salerno	2	3	200.00	100%
Timon	1	Napoli	2	4	250.00	100%
Simba	1	Avellino	1	2	75.00	100%
Timon	1	Napoli	2	4	250.00	100%
Pumba	1	Salerno	2	3	200.00	100%
Simba	1	Avellino	1	2	75.00	100%
Moretti	1	Grosseto	2	2	150.00	96%
Acciaio	1	Siena	2	2	150.00	96%
Diamante	1	Firenze	1	4	125.00	96%
Moretti	1	Grosseto	2	2	150.00	96%
Acciaio	1	Siena	2	2	150.00	96%
Fujiko	1	Firenze	1	3	100.00	96%
Moretti	1	Grosseto	2	2	150.00	96%
Quattrocento	1	Siena	2	4	250.00	96%
Fujiko	1	Firenze	1	3	100.00	96%

Vuoi modificare i criteri di ricerca?

[si no]:si

Cosa vuoi modificare?

[#giorni, budget, stelle]

stelle

Qual e' il minimo numero di stelle che l'hotel deve possedere?

[1..4, indifferente]: 3

Lupin	1	Grosseto	2	4	250.00	96%
Quattrocento	1	Siena	2	4	250.00	96%
Fujiko	1	Firenze	1	3	100.00	96%
Lupin	1	Grosseto	2	4	250.00	96%
Quattrocento	1	Siena	2	4	250.00	96%
Fujiko	1	Firenze	1	3	100.00	96%
Lupin	1	Grosseto	2	4	250.00	96%
Quattrocento	1	Siena	2	4	250.00	96%
Diamante	1	Firenze	1	4	125.00	96%
Diamante	1	Firenze	2	4	250.00	90%
Oro	1	Arezzo	2	3	200.00	90%
Quattrocento	1	Siena	1	4	125.00	90%
Diamante	1	Firenze	2	4	250.00	90%
Oro	1	Arezzo	2	3	200.00	90%
Quattrocento	1	Siena	1	4	125.00	90%

Figura 7: Pacchetti vacanze proposti



HOTEL	#ROOMS	PLACE	#DAYS	#STARS	COST	CF
Moretti	1	Grosseto	3	2	225.00	100%
Acciaio	1	Siena	2	2	150.00	100%
Goemon	1	Roma	3	2	225.00	100%
Peroni	1	Ostia	2	3	200.00	100%
Fujiko	1	Firenze	3	3	300.00	100%
Acciaio	1	Siena	2	2	150.00	100%
Platino	1	Roma	3	4	375.00	100%
Peroni	1	Ostia	2	3	200.00	100%
Fujiko	1	Firenze	3	3	300.00	100%
Quattrocento	1	Siena	2	4	250.00	100%

Vuoi modificare i criteri di ricerca?  
[si no]:si

Cosa vuoi modificare?  
[#giorni, budget, stelle]  
#giorni

Quanti giorni vuoi andare in vacanza?  
[1, ..., 15]:10

Moretti	1	Grosseto	6	2	450.00	100%
Acciaio	1	Siena	4	2	300.00	100%
Fujiko	1	Firenze	6	3	600.00	100%
Acciaio	1	Siena	4	2	300.00	100%
Goemon	1	Roma	6	2	450.00	100%
Peroni	1	Ostia	4	3	400.00	100%
Simba	1	Avellino	6	2	450.00	100%
Timon	1	Napoli	4	4	500.00	100%
Diamante	1	Firenze	6	4	750.00	100%
Acciaio	1	Siena	4	2	300.00	100%

Figura 8: Pacchetti vacanze proposti

## 5 Conclusioni

In questo lavoro abbiamo proposto un sistema esperto per la generazione di pacchetti vacanze sulla base delle richieste dell'utente che potrebbero essere parzialmente specificate. Il sistema si comporta come previsto in tutti i casi testati che coprono la maggior parte delle possibili richieste. Ovviamente il sistema potrebbe essere raffinato ed esteso aggiungendo criteri più sofisticati, arricchendo la base di conoscenza o addirittura prendendo in considerazione i possibili mezzi di trasporto per raggiungere i luoghi di villeggiatura e quindi proporre di raggiungere un luogo con il treno, piuttosto che con l'aereo, ad esempio.