

Università degli studi di Torino
Dipartimento di informatica



Progetto di Tecnologie del Linguaggio Naturale

**Implementazione di un sistema di dialogo a
tema Star Wars**

Autori:

Christian Quaranta
Giulia Coucourde
Leonardo Magliolo

Anno Accademico 2022/2023

Introduzione

User Experience

All'avvio di StarWarsBot, egli sceglierà in maniera del tutto casuale una tra le tre frasi di saluto iniziali generate mediante l'uso della libreria SimpleNLG:

Durante la generazione delle frasi l'aggiunta dell'onomatopea "Hhhhh..." ha lo scopo di imitare il famoso personaggio Dart Vader® della celeberrima serie di Star Wars®.

Una volta inserito il proprio nome come richiesto dal bot, l'utente potrà successivamente rispondere alle domande generate tramite SimpleNLG e poste dal bot. Quest'ultimo sarà in grado di poter analizzare le risposte dell'utente e fornire un output in base ai diversi casi in cui si può incorrere:

- Domanda esatta: Il bot si complimenterà con l'utente per aver risposto correttamente alla domanda.
- Domanda parzialmente esatta: Il bot avviserà l'utente dell'incompletezza della risposta, richiedendo ulteriori informazioni mancanti fino a fine tentativi.
- Domanda errata: Il bot avviserà l'utente dell'errore commesso e riproporrà la domanda appena fatta, fino al raggiungimento del numero massimo di tentativi. Al che il bot passerà alla prossima domanda informando l'utente che ha esaurito tutti i tentativi disponibili.
- Risposta con termini inesistenti: il bot cercherà di mostrare all'utente di essere infastidito dalla risposta inserita, in quanto non sensata o incomprensibile.

Il numero di domande ed il punteggio ottenuto dall'utente influenzeranno quella che sarà la valutazione finale e quindi anche il commento finale da parte del bot.

Metodologie adoperate per la realizzazione del bot

La scelta adottata sull'analisi delle risposte date dall'utente è stata quella di effettuare un pattern matching su quest'ultime. Il vantaggio di tale scelta riguarda la velocità di elaborazione della risposta per la verifica della correttezza dei dati ricevuti dal bot. Tale tecnica però presenta una grossa limitazione sintattica e semantica, in quanto il main focus è sulla ricerca del termine voluto. Pertanto non vengono considerati i sinonimi corretti o il contesto in cui il termine è inserito. Pertanto alla domanda "Dimmi tutto quello che sai su argomento X", la risposta "Sicuramente termine A e termine B non centrano nulla" è interpretata come corretta perché il bot è soddisfatto della presenza dei termini nonostante l'utente abbia espresso che tali non facciano parte dell'argomento chiesto.

Generazione delle risposte con NLG

Come sarà successivamente trattato, per la generazione dei feedback e quindi per la costruzione di un sistema di dialogo di StarWarsBot si è deciso di utilizzare la libreria SimpleNLG.

SimpleNLG consente in modo semplice la generazione del linguaggio naturale. Essa è caratterizzata dalla presenza di un sistema morfologico/sintattico, un realiser ed infine consente il microplanning.

Trindi Ticklist

- Q1: Is utterance interpretation sensitive to context? **NO**
- Q2: Can the system deal with answers to questions that give more information than was requested? **YES**
- Q3: Can the system deal with answers to questions that give different information than was actually requested? **YES, MANDATORY**
- Q4: Can the system deal with answers to questions that give less information than was actually requested? **YES**
- Q5: Can the system deal with ambiguous designators? **NO**
- Q6: Can the system deal with negatively specified information? **PARTIALLY**
- Q7: Can the system deal with no answer to a question at all? **YES**
- Q8: Can the system deal with noisy input? **YES**
- Q9: Can the system deal with 'help' sub-dialogues initiated by the user? **NO**
- Q10: Can the system deal with 'non-help' sub-dialogues initiated by the user? **NO**
- Q11: Does the system only ask appropriate follow-up questions? **YES**
- Q12: Can the system deal with inconsistent information? **PARTIALLY**
- Q13: Can the system deal with belief revision? **NO**
- Q14: Can the system deal with barge-in input? **NO**
- Q15: Is it possible to get a system tutorial concerning the kind of information the system can provide and what the constraints on input are? **NO**
- Q16: Does the system check its understanding of the user's utterances? **NO**

Rappresentazione e valutazione delle domande

Le domande poste all'utente sono caratterizzate dai seguenti attributi principali:

- **Categoria:** Ogni domanda richiede informazioni riguardanti argomenti specifici della saga di Star Wars. In particolare le categorie indicate all'interno della base di conoscenza includono: Jedi basics, Jedi code, Jedi hierarchy, the force e Sith.
- **Peso:** Numero appartenente a $[1, 5]$, assegnato a seconda della tipologia della domanda. Sono stati introdotti per distinguere le domande più semplici dalle più complesse; sono stati utili in fase di estrazione delle domande e per la valutazione dell'esito.
- **Score:** Punteggio calcolato in relazione al peso della domanda (W) e alla risposta specificata dall'utente. A prescindere dalla tipologia di domanda, ogni funzione di score restituisce un valore appartenente a $[0, W]$.
- **Numero tentativi massimo (back-up strategy):** Indicatore dei tentativi (variabile in base al tipo di domanda) che l'utente può utilizzare per rispondere correttamente alla domanda posta dal bot.

Ad ogni domanda è assegnata una tipologia. Le tipologie implementate sono:

- **Ad elenco:** Richiedono all'utente una descrizione completa della categoria richiesta, il peso scelto è pari a 5.
- **Ad enumerazione:** Richiedono all'utente quante nozioni principali si ricordano riguardo una categoria, il peso scelto è pari a 3.
- **Vera o falsa:** Richiedono all'utente se un determinato concetto è relazionato o meno alla categoria della domanda, il peso scelto è pari a 2.

Vengono presentate di seguito le funzioni di score caratterizzanti ogni tipologia di domanda:

- $ListScore(words_{answer}, words_{responses}, weight):$

$$\begin{cases} weight & se \ |words_{answer} \cap words_{responses}| > \frac{|words_{responses}|}{2} \\ 0 & altrimenti \end{cases}$$

- $EnumerationScore(n_{answer}, n_{responses}, weight):$

$$\begin{cases} \left[weight \cdot \left(1 - \frac{|n_{responses} - n_{answer}|}{n_{responses}} \right) \right] & se \ 0 < n_{answer} < 2 \cdot n_{responses} \\ 0 & altrimenti \end{cases}$$

Con $n_{responses} \geq 0 : Score(n_{answer}, n_{responses}, weight) \in [0, weight]$

- $TrueOrFalse(bool_{response}, element, words_{responses}, bool_{negation}):$

$$\begin{cases} weight & se \ element \in words_{responses} \wedge (bool_{negation} \oplus bool_{response}) \\ weight & se \ element \notin words_{responses} \wedge (bool_{negation} \Leftrightarrow bool_{response}) \\ 0 & altrimenti \end{cases}$$

Infine, il calcolo dello score totalizzato dall'utente avviene per mezzo della seguente formula:

$$0 \leq TotalScore(Questions): \frac{\sum_{q \in Questions} q_{score}}{\sum_{q \in Questions} q_{score}} \leq 1$$

L'utente viene promosso a padawan se $TotalScore(Questions) \geq 0.6$.

L'estrazione delle domande da porre avviene rispettando i seguenti criteri:

- Il numero di domande estratte è pari a $|q|$.
- Il peso medio delle domande estratte deve essere ≥ 2.5 se possibile.
- Ponendo il numero di categorie pari a $|c|$ allora devono essere estratte almeno $\left\lceil \frac{|q|}{|c|} \right\rceil$ domande associate a ciascuna categoria (assumendo che il numero di domande per categoria sia sufficiente).
- Prende in considerazione tutte le tipologie di domande, anche quelle con peso inferiore a 2.5.
- Meccanismi pseudo-casuali per l'estrazione che non violino i criteri esposti in precedenza.

La funzione implementata è in grado di generalizzare l'estrazione anche nei casi in cui si desideri impostare un peso medio differente da 2.5 e vi sia un numero sproporzionato di domande a seconda della categoria.

Al momento della consegna la base di conoscenza descrive 5 categorie di risposta, e disponendo di 3 tipologie di domanda è possibile generare 15 domande.

Il numero di domande da estrarre è stato fissato a 5, per cui l'estrattore estrarrà una domanda per categoria.

Implementazione

Per la realizzazione del progetto è stato scelto il linguaggio Python (testato su versione 3.10.11), ne sono state sfruttate le funzionalità OOP per rappresentare le tipologie di domande e il gestore delle domande.

In aggiunta alle funzionalità native di Python, sono state utilizzate le seguenti librerie per facilitare lo sviluppo del chat-bot:

- NLTK, per ricavare una lista di token a partire dall'input fornito dall'utente, mediante la funzione `tokenize`.
- Word2Number, per riconoscere i numeri scritti in lingua inglese ed associarli ai loro corrispettivi interi.
- SimpleNLG
 - Per la generazione delle frasi relazionate alle domande da porre all'utente (dipendentemente dalle tipologie delle domande e dalle loro categorie).
 - Per la generazione delle frasi associate alle risposte da presentare all'utente dopo aver risposto ad una domanda.

La rappresentazione della base di conoscenza è stata implementata mediante formato JSON.

All'interno del file "KB.json" vengono elencate tutte le categorie ammissibili per le domande, e per ognuna di esse specifica una lista di parole considerate descrittive della categoria.

Il codice è stato suddiviso in diversi file, ognuno dei quali implementa determinate funzionalità:

- Question.py: Definisce le tre tipologie di domande, ognuna delle quali è rappresentata da una sottoclasse che estende la classe Question. In questo modo è stato possibile definire stato e procedure comuni all'interno della super classe, evitando di duplicare codice tra le varie tipologie di domanda.
- QuestionManger.py: Fornisce funzioni a supporto del programma principale, permette l'aggiunta e l'estrazione delle istanze di Question mediante vari criteri, tra cui la categoria e il peso.
- NLGFunctions.py: Implementa funzioni ad-hoc per generare le frasi corrispondenti a domande e risposte per ogni classe Question.
- StarWarsBot.py: Implementa il ciclo principale d'esecuzione del bot interagendo direttamente con l'utente, definisce inoltre la politica di estrazione delle domande con l'ausilio di chiamate a metodi della classe QuestionManager.

La memoria del bot è racchiusa nello stato degli oggetti Question incapsulati all'interno dell'istanza di QuestionManager.

Elaborazione delle risposte

Obiettivo

L'obiettivo posto durante la fase di preparazione della strategia di implementazione concerne la creazione di un set di risposte adattabili al contesto e declinate in un linguaggio formale e austero. Tra le tipologie sviluppate è compresa anche la struttura linguistica delle domande citate nella sezione "Domande" nelle loro diverse sfumature volte a rendere il sistema di dialogo quanto più affine alla personalità di Darth Vader.

Fonti

Le fonti utilizzate per rendere il sistema quanto più simile al signore dei Sith sono state:

- Saga di Star Wars (primi 3 film) per quanto riguarda la caratterizzazione del personaggio
- The Jedi Path, per le nozioni fondamentali su Jedi e Sith
- Citazioni di Darth Vader (Wikipedia) al fine apprendere la struttura del linguaggio e riadattarla al contesto in esame

Ognuna di esse ha permesso di analizzare le sfaccettature del linguaggio di Darth Vader e le sue inclinazioni, compreso lo studio della forma sintattica delle frasi.

Metodi e implementazione

Per generare le risposte di Darth Vader sono stati utilizzati i modelli di linguaggio naturale offerti dalla libreria SimpleNLG, che consente di impostare diversi parametri per la generazione di testo. La lingua scelta per la realizzazione è l'inglese in quanto la medesima di origine del personaggio e più coerente con i risultati linguistici che si desiderava ottenere.

In questa sezione, in particolare, si vuole analizzare la modulazione semantica fornita al sistema di dialogo: le funzioni realizzate si compongono di un text-plan per specificare la sintassi e di un sentence plan per la generazione delle frasi, che avviene utilizzando i tokens linguistici specificati.

NLGFunctions.py contiene le funzioni così composte:

- `PrimaFrase()`: il sistema prende l'iniziativa di dialogo e la prima frase viene generata randomicamente tra tre diverse opzioni per fornire variabilità all'inizio della conversazione.
- `ResponseToInput(name)`: la funzione ha un parametro corrispondente al nome inserito dall'utente. In questo caso è stata prevista la particolarità del name corrispondente a Luke (figlio di Darth Vader). Per tutti gli altri input invece avviene la generazione di una frase scelta in modo casuale tra tre possibili alternative.
- `SpecifyAllElements(category, attempt)`: funzione già descritta nella sezione domande. La variabilità della conversazione viene creata aggiungendo una Back Strategy basata sul numero di tentativi di risposta dell'utente, anch'essi nel numero di tre.
- `ContainingYesOrNo(category, element, negated)`: anche questa funzione fa parte delle tre categorie principali di domande e si estrinseca nel trabocchetto della doppia negazione volta a trarre in inganno l'utente.
- `ResponseToYesOrNo(category, question, score)`: la funzione è stata pensata ad hoc per le domande che prevedono come risposta solamente "Yes" o "No". Tiene traccia del contesto di conversazione e della correttezza della risposta fornendo un commento contestuale al risultato ottenuto.
- `EnumerateAllElements(category)`: come specificato nella sezione "Domande", la funzione è volta a testare quante nozioni si conoscono di una specifica categoria. La risposta prevede quindi un numero che deve essere compatibile con la categoria menzionata.

- `BadResponse(badInput, question)`: la funzione è volta ad implementare la Back Strategy per quanto riguarda degli input non coerenti con la conversazione. Sono possibili tre tentativi di errore e le risposte generate assumono una forma che incrementalmente diventa più severa e tendente alla rabbia tipica di Darth Vader. Richiama la funzione `SafeQuestion(category)` all'ultimo tentativo di risposta permesso in modo da ritornare al contesto dell'ultima domanda.
- `CorrectAns(question,score)`: fornisce all'utente un feedback per quanto riguarda la correttezza totale o parziale e la non correttezza della risposta.
- `Endquestioning()`: la funzione permette di comunicare all'utente che ha esaurito i tentativi di risposta. Diversamente da quanto accade con `BadResponse`, essa viene richiamata quando l'utente cerca di rispondere rimanendo all'interno del contesto, ma non riesce a farlo correttamente.
- `Scorecomment()`: la funzione implementa il commento finale, la valutazione di Darth Vader in base al punteggio ottenuto con la risposte. Quando lo score è minore di 0.6 significa che l'utente non è idoneo a diventare Padawan di Darth Vader, ma se è maggiore allora viene richiamata la funzione `FinalQuestion()` che si propone di dare un'ulteriore caratterizzazione alla conversazione enfatizzando la natura del personaggio principale. Quest'ultima domanda è volta a comprendere se l'utente, nonostante la sua preparazione, sia propenso ad abbracciare il "Lato Oscuro" della Forza e la risposta può essere "yes" o "no".
- `ChooseTheDark(user_answer)`: La funzione conclusiva del dialogo ha come parametro l'input dell'utente, ossia la risposta alla domanda finale. Genera due differenti commenti per le due possibili opzioni di risposta, i quali corrispondono alla valutazione che Darth Vader dà all'utente. In entrambi i casi l'utente è abilitato a diventare Padawan avendo risposto correttamente alle domande, ma qualora la risposta data all'ultima domanda fosse "no" il sistema è in grado di fornire un commento che esprime delusione. In caso di risposta affermativa da parte dell'utente, il sistema restituisce un commento volto a enfatizzare la natura oscura del personaggio coerentemente con gli obiettivi iniziali prefissati.

Esempi di conversazione

Conversazione con il bot rispondendo correttamente a tutte le domande e scegliendo il lato oscuro

```
I do not want to loose my time and patience.  
Hhhh...  
Maybe this is your lucky day so, tell me your name.  
Luke  
Hhhh...  
Nice Luke! Your name supposes that the force is strong with you.  
Like a perfect Skywalker...  
  
Can you tell me how many notions do you know about the force?  
I know four notions about it  
Your answer is correct let's go to another question.  
  
Is it false that self-discipline belongs to jedi basics?  
No  
Good! The Force seems to be on your side, you know something about jedi basics ...  
  
Can you tell me how many notions do you know about sith?  
I know 4 notions about it  
Your answer is correct let's go to another question.  
  
Is it true that anger belongs to jedi code?  
Absolutely no  
Good! The Force seems to be on your side, you know something about jedi code ...  
  
Hhhh...  
What can you specify about jedi hierarchy?  
The jedi hierarchy is composed by initiate, padawan, knight and master  
Your answer is correct let's go to another question.  
  
Hhhh...  
Are you ready to embrace the Dark Side of the force?  
Yes.  
This is the right choice.  
Your performance has impressed me.  
Your mastery of the Force is evident in your precise and efficient execution.  
Hhhh...  
The Dark Side is the path to true power, to bring order to chaos and to shape galaxy as we see fit.  
There is no power in light, only weakness and submission.  
You can be my Padawan and rule the darkness with me.
```

Conversazione con il bot rispondendo correttamente a tutte le domande e NON scegliendo il lato oscuro

I am tired today my little Padawan.

Hhhhh...

That's a bad day so, tell me your name.

Luke

Hhhhh...

Nice Luke! Your name supposes that the force is strong with you.

Like a perfect Skywalker...

Can you tell me how many notions do you know about the force?

i know 4 notions

Your answer is correct let's go to another question.

Is it false that field belongs to jedi basics?

Yes

Good! The Force seems to be on your side, you know something about jedi basics ...

Hhhhh...

What can you specify about sith?

fear, anger, love, hate

Your answer is correct let's go to another question.

Is it true that peace belongs to jedi code?

yes

Good! The Force seems to be on your side, you know something about jedi code ...

Hhhhh...

What can you specify about jedi hierarchy?

initiate, padawan, knight, master

Your answer is correct let's go to another question.

Hhhhh...

Are you ready to embrace the Dark Side of the force?

No

Your performance has impressed me.

Your mastery of the Force is evident in your precise and efficient execution.

Hhhhh...

But the light is never a good way just a consolation.

I have to suppose that you are follower of Obi-Wan.

You can be a Padawan, but not mine.

Conversazione con il bot rispondendo erroneamente ad alcune domande, non riuscendo a passare il test

```
You are brave my little Padawan.
Hhhhh...
Now you have to prove your knowledge so, tell me your name.
Christian
Well christian ...
Are you ready for the challenge?
C'mon let's start! The Dark can't wait.

Hhhhh...
What can you specify about jedi code?
Nothing
Your answer is not correct.
I need more precision.
Can you specify something else about jedi code?
I don't know
Your answer is not correct.
Hhhhh...
This is not enough for me!.
Please, say somethings about jedi code.
No
Your answer is not correct.
You have exhausted my patience and I will not ask anymore about this question.

Is it true that armony belongs to jedi basics?
Yes
Damn! You are wrong! Need to study more about jedi basics.
You have exhausted my patience and I will not ask anymore about this question.

Can you tell me how many notions do you know about jedi hierarchy?
Not at all
I find your lack of faith disturbing...
Hhhhh...
The light confused you.
Try to say something good and don't waste my time with your incompetence.
Can you tell me how many notions do you know about jedi hierarchy?
No
Very bad! Your lack of control is disturbing.
Hhhhh...
Maybe you don't know the power of Dark Side.
Can you tell me how many notions do you know about jedi hierarchy?
Can't
You failed me yet again.
Hhhhh...
I can not tolerate such arrogance from a simple initiated rookie.
Do you wish experience the full power of the Dark Side and feel the sting of my lightsaber?
Have to be focused we were talking about jedi hierarchy wake up!.
You have exhausted my patience and I will not ask anymore about this question.

Is it true that love belongs to sith?
Yes
Good! The Force seems to be on your side, you know something about sith ...

Can you tell me how many notions do you know about the force?
i know forty five i guess
Your answer is not correct.
You have exhausted my patience and I will not ask anymore about this question.

Your lack of preparation and focus is a clear indication of your weakness.
You squander your potential with careless mistakes.
You failed a simple test...
How can you expect to succeed in the greater challenges that lie ahead?
You must do better or face the consequences, come back when you really know the jedi art.
```

Conversazione con il bot rispondendo parzialmente alle domande e con termini senza senso

I do not want to loose my time and patience.
Hhhhh...
Maybe this is your lucky day so, tell me your name.
Leonardo
Well leonardo ...
Are you ready for the challenge?
C'mon let's start! The Dark can't wait.

Hhhhh...
What can you specify about jedi hierarchy?
initiate
Your answer is partially correct.
I need more precision.
Can you specify something else about jedi hierarchy?
initiate, padawan, knight and master
Your answer is correct let's go to another question.

Is it true that force belongs to jedi basics?
kflgdlk
I find your lack of faith disturbing...
Hhhhh...
The light confused you.
Try to say something good and don't waste my time with your incompetence.
Is it true that force belongs to jedi basics?
dklfgdkfl
Very bad! Your lack of control is disturbing.
Hhhhh...
Maybe you don't know the power of Dark Side.
Is it true that force belongs to jedi basics?
kldfnglkdf
You failed me yet again.
Hhhhh...
I can not tolerate such arrogance from a simple initiated rookie.
Do you wish experience the full power of the Dark Side and feel the sting of my lightsaber?
Have to be focused we were talking about jedi basics wake up!.
You have exhausted my patience and I will not ask anymore about this question.