

MusicEmotion: an ontology for describing the emotions aroused by listening a musical work

Luca Salvigni

`luca.salvigni7@studio.unibo.it`

9 agosto 2022

Indice

1	Introduzione	2
2	Design	4
2.1	Contesto	4
2.2	Esperienza musicale	7
3	Database	9
4	Query	10
5	Deploy	11
6	Applicazione	13
7	Conclusioni	14
7.1	Considerazioni	15

Capitolo 1

Introduzione

La musica[1] ha accompagnato il genere umano durante tutto il corso della sua evoluzione e può essere considerata, essendo essa stessa un prodotto umano, un linguaggio attraverso il quale l'uomo si esprime, attraverso il quale riesce a descrivere, a testimoniare e cercare di comprendere la propria esistenza negli aspetti più astratti; può essere sotto certi aspetti associata alla poesia: così come quest'ultima arte non è generalmente accompagnata da suoni allo stesso modo vi sono musiche (basti pensare ad alcuni grandi capolavori di musica classica oppure ad alcune colonne sonore di film contemporanei) non accompagnate da parole che suscitano allo stesso modo una reazione nell'ascoltatore. La filosofia della musica è una branca della filosofia che si occupa di studiare la relazione tra uomo e musica; all'interno di questa disciplina vi sono due principali correnti di pensiero: emotivismo e cognitivismo; secondo i sostenitori della teoria dell' "emotivismo musicale" l'ascolto di un determinato prodotto musicale è in grado di suscitare una vera e propria risposta emotiva all'interno dell'ascoltatore mentre i sostenitori della teoria del "cognitivismo musicale" sostengono che le cause di un'eventuale risposta emotiva verificatasi nell'ascoltatore sono da ricercare all'interno della struttura matematica del suono ascoltato, sostengono e ricercano l'esistenza di una "correlazione matematica". Questo progetto segue l'ideologia emotivista ed individua nell'emozione suscitata da un ascolto musicale il concetto cardine del modello. Consideriamo un ultimo esempio, prendendo in esame le "Instagram stories", è possibile tramite una funzionalità del social network associare ad una foto o ad un video di durata massima quindici secondi una canzone (presa dalla libreria interna di Instagram); se esaminiamo i componenti di questa storia possiamo individuare:

- località (determinata dalla foto)
- musica (inserita dall'utente su base personale)
- attività (rappresentata all'interno dell'immagine o del video)
- orario (derivabile dall'immagine con un certo margine di errore)

Sebbene questo sia un modello decisamente complesso da descrivere e di conseguenza da analizzare, in quanto l'analisi di immagini o video e materia complessa sotto tutti i punti

di vista, è innegabile che questa forma ' di espressione ci dica qualcosa di più sull'autore rispetto a quanto non ci dica a primo impatto osservando l'immagine. Se consideriamo che solamente nel 2018 la stima delle Instagram Stories è di circa 500 milioni al giorno, è logico pensare a quante informazioni potremmo estrapolare sull'aspetto emotivo di una persona semplicemente osservando ed analizzando le sue storie Insagram. Tornando all'interno del perimetro di questo progetto, se si applicasse la stessa procedura di modellazione, ad esempio agli ascolti su Spotify (considerando anche il numero giornaliero di questi), ci si può rendere conto ancora di più di quanto importante potrebbe rivelarsi definire un modello di studio a riguardo. Questo progetto vuole gettare le basi per un'ontologia in grado di descrivere e modellare l'ascolto di una canzone e la reazione emotiva che suscita nell'ascoltatore

Capitolo 2

Design

Individuato e posto come concetto cardine l'emozione suscitata da un ascolto, il passo successivo è stato quello di individuare eventuali fattori che influenzino la risposta emotiva dell'ascoltatore: dopo aver osservato modelli concettuali già esistenti e disponibili in rete inerenti alla filosofia della musica ci si è accorti come una buona parte di questi tenda a scomporre un prodotto musicale nelle sue componenti sonore, relazionandole poi singolarmente all'ascoltatore. Personalmente ritengo che l'ascolto di una musica sia un fenomeno olistico, che non possa essere descritto semplicemente scomponendolo in sottoparti da relazionare ed analizzare poi singolarmente in quanto, soprattutto se si parla della forma di musica più diffusa oggi composta da una base sonora alla quale si sovrappone una voce, non ritengo siano tanto le singole componenti di un suono a suscitare una reazione emotiva che ritengo sia invece provocata dall'amalgamarsi di suoni che, all'interno di un certo contesto, sono in grado di produrre uno stimolo emotivo. Per fare un esempio pratico, il progressive rock[2] è un genere musicale basato sulla continua sperimentazione e ricerca di suoni nuovi, mai sentiti, e persegue questo obbiettivo attraverso la continua fusione di suoni diversi in qualunque forma un suono possa essere riprodotto. Se prendessimo una canzone appartenente a questo genere e la scomponessimo nelle sue componenti sonore il risultato sarebbe disastroso, i suoni avrebbero ognuno la propria dimensionalità ma mancherebbe quella totalità, ovvero quella completezza di cui è dotata una composizione che la mente umana è in grado di creare. Per descrivere un prodotto musicale si è deciso di utilizzare un'ontologia denominata Music Ontology[3] che offre un modello di descrizione molto dettagliato tale da essere in grado di rappresentare qualunque forma di composizione musicale, trattando eventualmente anche la sua scomposizione in parti sonore.

2.1 Contesto

La fase successiva ha previsto lo studio del contesto di un ascolto musicale, per esempio: se una determinata canzone viene ascoltata in due momenti diversi, la reazione emotiva dell'ascoltatore persiste nel tempo o è influenzata da elementi esterni? Basandosi principalmente sull'esperienza personale, si è cercato di individuare quelli che si sono ritenuti

gli elementi principali che compongono il contesto di un ascolto: tutti quei processi fisici o emotivi che influenzano una determinata persona nel periodo di tempo in cui ascolta un prodotto musicale. Sono state definite tre entità:

- **attività**: definisce un'attività eseguita da una persona, in particolare viene utilizzata per descrivere le azioni che una persona compie durante un ascolto musicale. Questa modellazione si basa sul presupposto che una determinata composizione musicale possa essere scelta sulla base dell'attività che si sta compiendo in quel preciso momento, ad esempio sarebbe difficile trovare qualche atleta che ascolti una composizione di Fryderyk Chopin prima dell'inizio di una partita di rugby; la classe **ActivityType** è stata inserita per dare una struttura logica al concetto di attività;

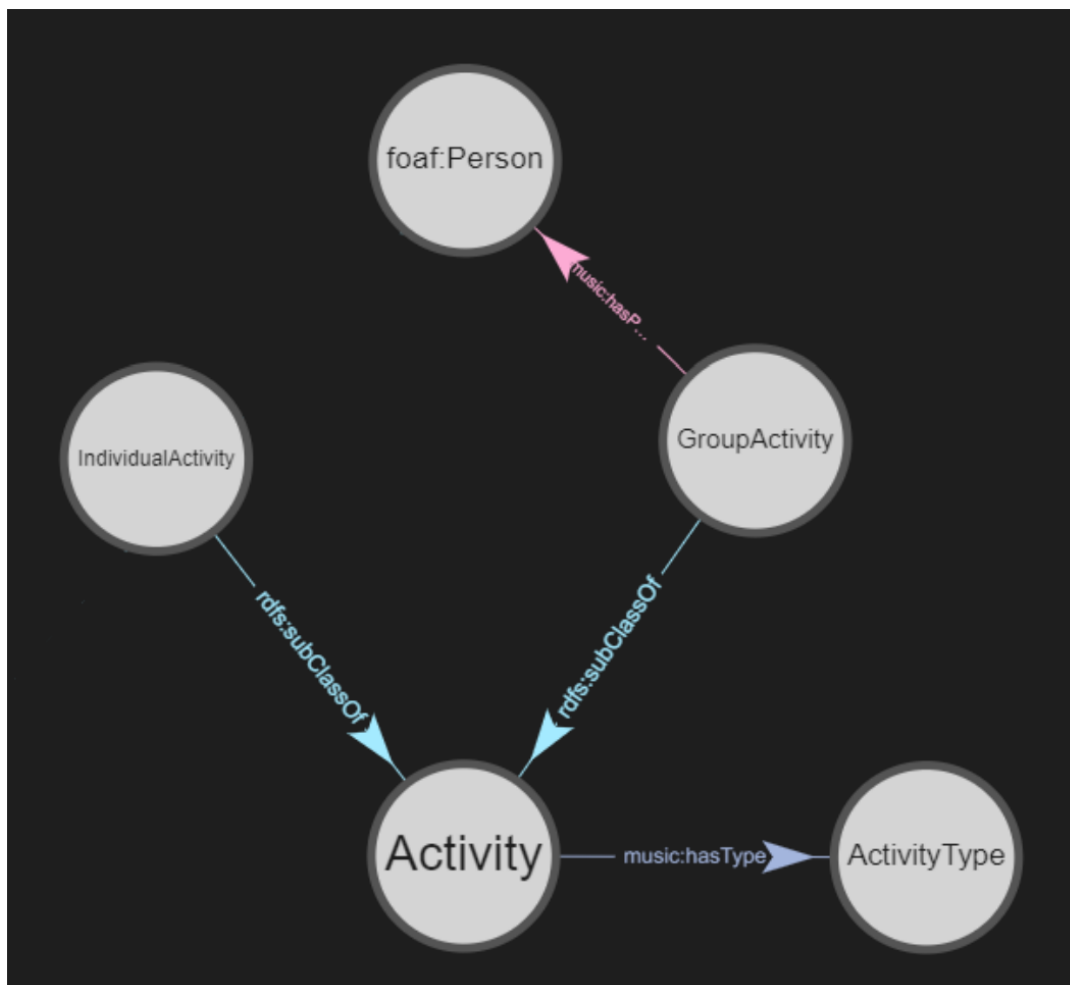


Figura 2.1: Design attività

- **luogo**: definisce un luogo fisico che permetta di rappresentare il luogo dell'ascolto: è uno dei fattori che si è ritenuto possano influenzare la risposta emotiva ad un ascolto musicale;
- **ricordi**: vuole modellare i ricordi collegati ad un determinato ascolto. Appurato che un ascolto musicale venga effettuato in un determinato luogo mentre si svolge

una determinata attività, è possibile che all'ascoltatore riemergano ricordi che, collegati direttamente o indirettamente alla canzone ascoltata, influenzino la reazione emotiva. Si fa necessariamente riferimento a ricordi appartenenti alla memoria dichiarativa (accessibile alla consapevolezza), composta da memoria semantica e memoria episodica. Si parla di memoria semantica indicando quella parte di memoria che riguarda le conoscenze generali ed in questo contesto riguarda avvenimenti non direttamente collegati e/o vissuti dall'ascoltatore; si parla invece di memoria episodica facendo riferimento, sempre all'interno di questo contesto, a quegli avvenimenti che hanno coinvolto direttamente l'ascoltatore e dunque hanno necessariamente un valore emotivo maggiore. Nonostante sia innegabilmente uno dei fattori principali quando si parla di emozioni o comunque di concetti astratti inerenti alla coscienza umana, non è stato possibile modellare qualunque forma di memoria implicita, ovvero non accessibile alla consapevolezza. Uno degli scopi principali di questa ontologia è anche quello di tentare di ricostruire e comprendere questa parte di contesto sulla base di ciò che invece è possibile modellare e successivamente analizzare tramite i dati.

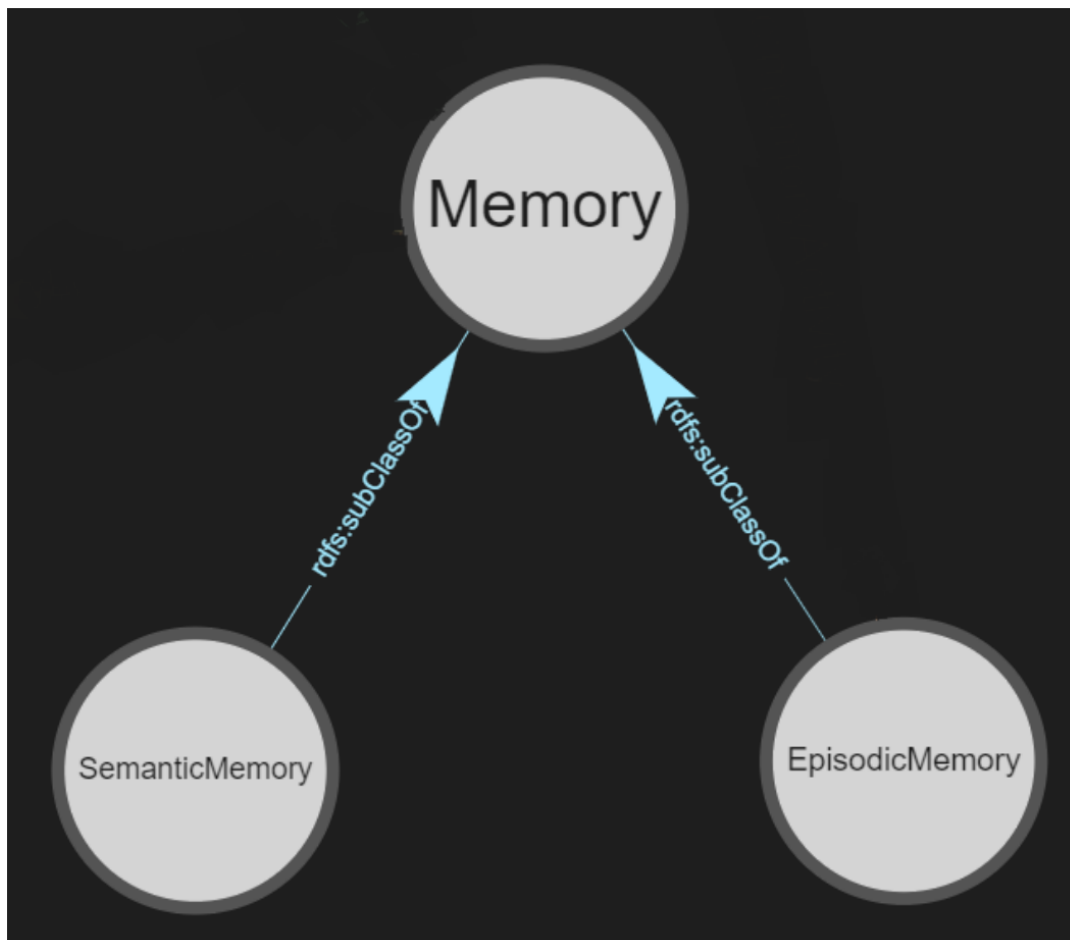


Figura 2.2: Design dei ricordi

2.2 Esperienza musicale

Trattandosi di un ambito in buona parte astratto, si è rivelato complesso trovare un modo per tradurlo e modellarlo in termini scientifici. Infatti non è tanto importante il luogo all'interno del quale una persona sta ascoltando qualcosa, quanto è invece molto più importante comprendere cosa quel luogo significhi per quella persona, come lo percepisce e quali sono gli stimoli ad esso collegati. Per fare ciò si è associata una descrizione ad ognuna di queste entità. L'introduzione di tale descrizione personale risolve in parte il problema ed introduce complessità in termini di analisi, in quanto è difficile riuscire a comprendere ed estrapolare più informazioni possibili da un testo libero non strutturato, soprattutto se come in questo caso le informazioni da estrapolare riguardano concetti astratti e dunque potrebbero non essere direttamente evidenziati nel testo. Definito il contesto, si è deciso di modellare e descrivere la reazione emotiva dell'ascoltatore, ovvero si è cercato di rispondere alla domanda "da cosa è composta la risposta emotiva che una persona può avere al momento dell'ascolto di un prodotto musicale?".

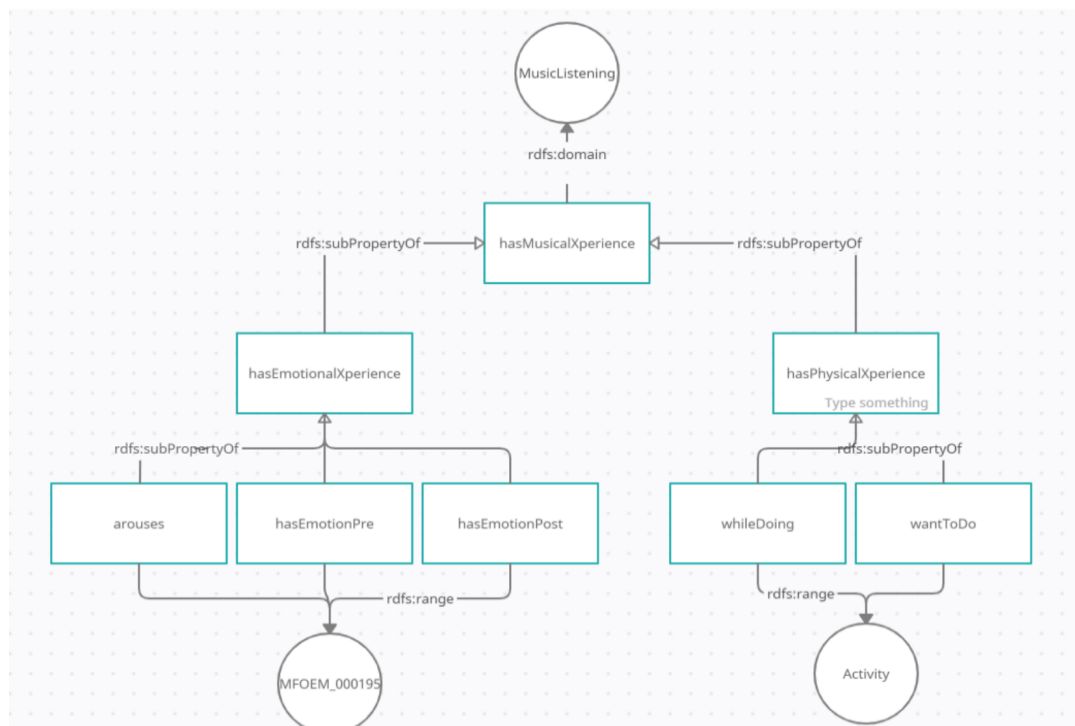


Figura 2.3: Modello del concetto di esperienza musicale

Come mostrato in figura, si è preso il concetto di "esperienza musicale" per poi scomporlo in sottoproprietà:

- **esperienza fisica:** si vuole descrivere come l'ascolto di una canzone possa influenzare la **produttività** di un ascoltatore relativamente all'attività che sta svolgendo. Questa proprietà è stata poi scomposta in due sottoproprietà:
 - l'attività svolta dall'ascoltatore al momento dell'ascolto;

- l'attività che la stessa persona è stimolata a compiere dall'ascolto di una canzone in un determinato contesto.
- **esperienza emotiva:** si vuole descrivere come l'ascolto di una canzone influenzi lo stato d'animo dell'ascoltatore, per cercare di modellare al meglio l'impatto che un ascolto può avere si è suddivisa questa proprietà in tre sottoproprietà:
 - stato d'animo dell'ascoltatore precedente all'ascolto;
 - stato d'animo dell'ascoltatore successivo all'ascolto;
 - emozioni evocate dall'ascolto.

Per rappresentare le emozioni è stata utilizzata l'ontologia **Emotion Ontology**[4], in particolare viene fatto riferimento ad un'entità della suddetta ontologia denominata **affective process**, che rappresenta un processo, sottoclasse di tutti i processi mentali avente una valenza positiva o negativa. Per esempio, sono considerati "affective process" la totalità delle emozioni (l'ontologia ne definisce già una buona parte), i processi fisici (dolore, fame, sete, piacere fisico), gli stati d'animo (ansioso, irritabile, felice, disconnesso), e le sensazioni soggettive, ovvero un'emozione personale relativa al soggetto. La reazione emotiva collegata ad un ascolto musicale è stata modellata tramite inferenza, infatti non sarebbe scientificamente corretto lasciare che sia la persona soggetto dello studio ad associare un valore alle emozioni percepite durante un ascolto in quanto introdurrebbe un bias, per questo motivo si è optato di collegare un ascolto musicale ad una coppia di immagini scelte dall'utente su un pool di set che più raffigurano:

- lo stato d'animo antecedente l'ascolto;
- lo stato d'animo che più rappresenta quello percepito dalla canzone.

Ogni immagine ha associata una serie di metadati che rappresentano le emozioni collegate a quella determinata immagine, ad esempio se si prende il caso del dipinto "**Campo di grano con volo di corvi**" di Vincent Van Gogh, la rappresentazione in open data del quadro sarebbe la seguente:

```
<wheatfield-with-crows>
a :Image;
dc:name "Wheatfield with Crows";
dc:description "Wheatfield with Crows is one of Van Gogh's ...
dc:creator <#van-gogh>;
:represents <http://purl.obolibrary.org/obo/MFOEM_000016>. #grief
```

Le emozioni rappresentate dalle immagini verranno poi associate all'ascolto tramite inferenza.

Capitolo 3

Database

Il database è stato popolato con un piccolo campione rappresentativo di dati. Stardog Studio[5] non permette una popolazione del database "user-friendly" come visto su Protégé, le modalità di inserimento dati prevedono il collegamento ad una fonte esterna dati come un database oppure l'inserimento manuale di triple RDF. Sono state caricate all'interno del database una serie di canzoni, tra cui:

- Paranoid Android - Radiohead (album);
- The Kids Aren't Alright - The Offspring (track);
- Heroes - David Bowie (track);
- Consorzio Suonatori Indipendenti - Accade;
- Fabrizio De Andrè - Hotel Supramonte;

Sulla base di queste canzoni sono state costruiti gli altri dati: una serie di attività, di ricordi (sia inerenti memoria episodica che semantica) e di luoghi. L'esempio sopra mostra la modellazione di un ascolto musicale, fatto da una certa Sophia Coppola all'interno di un appartamento di New York in un momento di solitudine notturno. Tale ascolto identifica un cambio di stato d'animo nell'ascoltatore (da uno stress iniziale ad una malinconia piacevole post ascolto) che, sebbene si tratti di un dato costruito ad hoc, mostra appieno come in realtà la musica possa essere un linguaggio per descrivere alcuni aspetti umani. Si è resa necessaria l'importazione dell'intera ontologia "Emotion Ontology" in quanto Stardog Studio non supporta il costrutto **owl:imports**.

Capitolo 4

Query

Sono state realizzate cinque query, situate all'interno della cartella **queries**, il cui obbiettivo è quello di cercare di mostrare ciò che offre questa ontologia. Le query sono:

- **emotionsInWork**: mostra, in ordine decrescente, quali sono le canzoni ascoltate durante un'attività catalogata come lavorativa che possono aver indotto un cambiamento dello stato d'animo dell'ascoltatore;
- **preListeningEmotion**: elenca le emozioni percepite inizialmente dalla persona prima di procedere all'ascolto del brano musicale. Cerca di raccogliere informazioni riguardanti il tipo di emozione che ha una persona prima di procedere all'ascolto di un brano;
- **songArousedActivity**: mostra una panoramica del database, mostra ogni ascolto musicale presente nel database ed il suo contesto;
- **generalEmotionsPerSong**: mostra il numero di ascolti musicali che ci sono stati per ogni singolo brano e tutte le emozioni che sono state suscitate dai vari ascoltatori di ogni specifico brano;
- **sameSongDifferentEmotion**: mostra le emozioni dei prodotti musicali che hanno avuto almeno due ascolti differenti; sottolinea l'importanza del contesto.

Capitolo 5

Deploy

Questo elaborato è stato realizzato tramite Stardog, l'esecuzione di questo IDE necessita la presenza di un server Stardog sul quale mantenere il database. Requisiti:

- **Docker;**
- **licenza d'uso Stardog** (ottenibile qui e già inclusa all'interno della cartella "licenze").

Step per l'installazione dell'applicazione:

- download dell'immagine di Stardog tramite Docker Hub;

```
docker pull stardog/stardog:latest
```

- lanciare il server Stardog

```
docker run -it -v ~/stardog-home/:/var/opt/stardog -p  
↪ 5820:5820 stardog/stardog
```

"stardog-home" è il percorso della cartella all'interno della quale è presente solamente la licenza d'uso di Stardog ottenuta precedentemente; diventerà poi la directory contenente i file necessari all'esecuzione del server;

- collegarsi a Stardog Studio e connettersi al server precedentemente istanziato:
 - **indirizzo:** http://localhost:5820;
 - **ID:** admin;
 - **password:** admin.
- spostarsi nella sezione **Databases** e creare il database "MusicEmotion";
- all'interno della sezione "Databases", dopo aver selezionato il database appena creato, sotto la voce **Namespaces** importare tramite la funzione "Import" in alto a sinistra il file "EmotionMusic-namespaces.ttl";
- spostarsi nella sezione **Models** e tramite la funzionalità "Create Model" creare un modello con le seguenti caratteristiche:

- **Model Name:** EmotionsInMusic-Ontology;
 - **Named Graph:** musicemotions:ontology:graph;
 - **Prefix:** music.
- ritornare nella sezione "Databases", selezionare il database appena creato e, tramite la funzione **Load data** importare il file EmotionMusic-Ontology.ttl specificando l'opzione Load Data to musicemotions:ontology:graph, ovvero il grafo appena creato. A questo punto tale grafo contiene l'ontologia;
- per popolare il database, selezionarlo dalla sezione "Databases" e tramite la funzionalità "Load data" importare tutti i file presenti nella cartella **utils**, lasciando l'opzione "Load Data to **Default Graph**";
- per aggiungere le query, spostarsi nella sezione Workspace ed effettuare l'upload dei file cliccando in alto a destra sul "+".

Capitolo 6

Applicazione

É stata realizzata un'interfaccia grafica scritta in linguaggio Java con cui è possibile interfacciarsi con il database ed inserire poi delle nuove triple. Nel dettaglio l'applicazione si connette al server Stardog e permette all'utente di scegliere una canzone (tra quelle già contenute all'interno del database) tramite la quale è possibile descrivere un ascolto. L'applicazione contiene al suo interno una serie di immagini che sono state parallelamente descritte secondo questa ontologia ed inserite all'interno del database. Per ogni ascolto l'utente deve scegliere, tra due pool di tre immagini, due immagini che rappresentino rispettivamente lo stato d'animo precedente l'ascolto e l'immagine che più rappresenta l'esperienza vissuta ascoltando la canzone scelta. Per interfacciarsi al database di Stardog sono state utilizzate le API proprie di Stardog e Apache Jena.

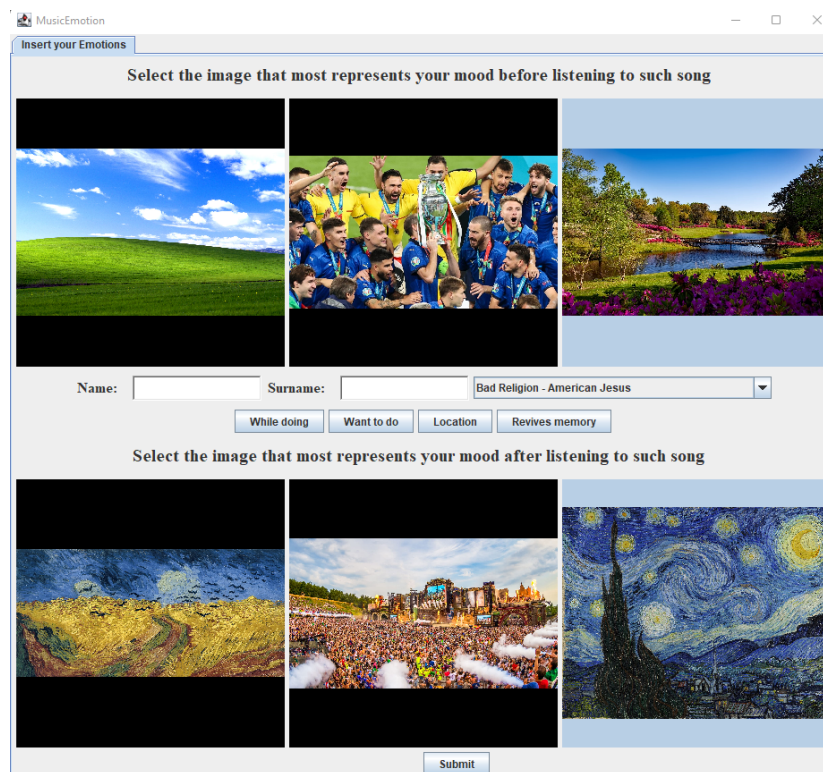


Figura 6.1: Interfaccia applicazione

Capitolo 7

Conclusioni

La continua ed esponenziale evoluzione tecnologica ha portato ad un'incremento della produzione di dati che, inevitabilmente, sono diventati oggetto di studio e stanno rivoluzionando il mondo per come lo conosciamo. Supportati da tecnologie che permettono l'analisi di questi in tempi relativamente brevi, i dati stanno diventando le fondamenta su cui verrà costruita la società del futuro. La peculiarità di una società data-driven è l'inversione del ruolo del "dato", infatti se prima era solo una conseguenza o un prodotto di un processo, in questa nuova fase diventa un punto di partenza, una causa, l'elemento sulla base del quale avviene l'innovazione, che determina i passi successivi da percorrere. Una grande mole di dati ci permette di costruire conoscenza laddove non è, allo stato attuale delle cose, possibile costruire un modello di rappresentazione in quanto non si ha conoscenza sufficiente per farlo. Il dato diventa uno strumento di scoperta ed espansione della conoscenza. Se è vero che la filosofia della musica è una disciplina che esiste sin dalle prime civiltà, è altrettanto vero che non si è mai arrivati a risultati concreti che andassero oltre alla teorizzazione, e credo che uno dei motivi di ciò possa essere ricercabile nella complessità del fenomeno che si vuole descrivere. Se prendiamo in analisi un fenomeno aleatorio il cui risultato è altamente dipendente da un numero indefinito di variabili che non sappiamo modellare (ed è il caso di qualunque fenomeno soggettivo non descrivibile matematicamente) questo diventa inevitabilmente indescrivibile in quanto la sua complessità supera gli 'strumenti a disposizione. Se tuttavia è possibile approcciare il problema da un punto di vista diverso, ad esempio adottando una soluzione euristica, allora il fenomeno diventa **descrivibile**. Una cosa simile avviene nel nostro caso, ovvero descrivere una reazione emotiva all'ascolto di un prodotto musicale è un fenomeno troppo complesso per la conoscenza che abbiamo a disposizione, solamente la differenza tra una persona a ed una persona b rende vano qualunque tipo di modellazione con gli strumenti attuali in quanto non sappiamo descrivere precisamente cos'è "la differenza" tra due persone e di conseguenza non siamo in grado di comprendere come quella differenza influenzi il processo di reazione emotiva. Riuscire ad attribuire a questi dati una semantica ed immagazzinarne una grande quantità potrebbe permetterci, tramite analisi approfondite, di aggiungere qualche tassello alla conoscenza di questo ambito. Uno studio dell'università di Berkeley[6] il cui scopo era quello di cercare di comprendere in che modo la musica

generi emozioni nell'uomo, ha sottoposto a due campioni di persone appartenenti a culture diverse (un campione costituito da abitanti degli Stati Uniti, un campione costituito da abitanti della Cina) una serie di canzoni per cercare di comprendere se l'eterogeneità culturale potesse in qualche modo influire sulla percezione di un'emozione ' durante un'ascolto musicale. Il risultato sono tredici emozioni[7] che si sono scoperte presenti in entrambe le culture. Tramite un'ontologia in grado di descrivere questo ambito, l'estensione di questa ricerca avrebbe potuto essere molto maggiore e generalizzata. Per fare un altro esempio applicativo, poter comprendere in che modo l'ascolto di una canzone condizioni lo stato d'animo di una persona potrebbe permettere studi più approfonditi sulla musicoterapia, applicata soprattutto a casi di disturbi psichici.

7.1 Considerazioni

La fase di popolazione del database è quella che si è rivelata più dispendiosa in termini di tempo e tediosa in quanto sia il dover scrivere ogni tripla a mano sia il comprendere le modalità con cui Stardog permette di popolare un database sono state attività dispendiose. Questo non toglie che il toccare con mano il linguaggio Turtle ed in generale il framework RDF ha permesso di comprenderlo meglio. Questo elaborato rappresenta una semplificazione del goal descritto nella relazione, ma credo comunque che questo sia un ambito in cui verranno fatti progressi ed in cui queste tecnologie e questo approccio possano portare risultati concreti, sebbene io sia molto timoroso di questa totale classificazione e rappresentazione in dato di ogni aspetto della vita umana.

Bibliografia

- [1] Cos'è la musica? <https://lascuolafanotizia.it/2021/06/06/cose-la-musica-2/>.
- [2] Rock progressivo. <https://www.ondarock.it/speciali/progressive.htm>.
- [3] The Music Ontology. <http://musicontology.com/>.
- [4] Emotion Ontology. <https://ontobee.org/ontology/mfoem>.
- [5] Stardog Documentation. <https://docs.stardog.com/>.
- [6] Berkeley Music Understanding. <https://www.ocf.berkeley.edu/~acowen/music.html#>.
- [7] Cowen Alan S., Fang Xia, Sauter Disa, and Kelner Dacher. What music makes us feel. <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1910704117>.