

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

SCUOLA DI SCIENZE DELLA NATURA

Corso di Laurea Magistrale in Informatica



UNIVERSITÀ  
DI TORINO

Progetto Modellazione Concettuale del Web Semantico

*Alireza Akhlaghinia*

*ANNO ACADEMICO  
2023/2024*

## ***1. La Motivazione***

L'ontologia proposta mira a creare una rappresentazione strutturata dei compositori classici attraverso un arco temporale che abbraccia diverse epoche, dal medioevo fino ai giorni nostri. L'obiettivo principale è fornire un quadro completo e dettagliato dei protagonisti della musica classica, evidenziando le loro influenze, stili distintivi e il contesto storico-culturale in cui hanno operato.

### **1.1. Periodizzazione degli Stili Musicali**

Un aspetto fondamentale dell'ontologia riguarda la periodizzazione degli stili musicali, consentendo agli utenti di esplorare la progressione e l'evoluzione delle forme musicali attraverso il tempo. Attraverso questa categorizzazione, sarà possibile analizzare le influenze reciproche tra compositori e comprendere come le innovazioni in uno stile musicale abbiano potuto influenzare gli sviluppi successivi.

### **1.2. Classificazione basata sul Tema Musicale**

Oltre alla periodizzazione, un altro elemento chiave dell'ontologia sarà la classificazione basata sul tema musicale. Questa suddivisione permetterà agli utenti di esplorare la diversità delle opere, dalle composizioni sacre alle sinfonie, offrendo una panoramica completa delle contribuzioni dei compositori nei vari ambiti musicali.

### **1.3. Genere Musicale e Influenze Culturali**

L'ontologia si estenderà anche alla classificazione dei compositori in base al loro genere musicale, consentendo agli utenti di esplorare le preferenze e le tendenze specifiche di ogni artista. Inoltre, si prenderà in considerazione l'influenza culturale di ciascun compositore, evidenziando come il contesto sociale e geografico abbia contribuito a plasmare la loro musica. In definitiva, l'ontologia proposta mira a essere una risorsa completa e flessibile per gli appassionati di musica classica, gli studenti e gli studiosi, fornendo un approccio integrato alla comprensione della storia dei compositori e delle loro opere.

## ***2. Scopi Generali del Dominio:***

L'ontologia è stata sviluppata per la codifica formale del dominio nel campo dei compositori classici. Lo scopo principale è fornire una rappresentazione strutturata e standardizzata delle informazioni relative ai compositori classici, alle loro opere, associazioni e altre proprietà rilevanti all'interno del dominio della musica classica. Attraverso l'impiego della codifica formale del dominio, l'ontologia mira a portare chiarezza, coerenza e interoperabilità alla rappresentazione delle conoscenze in questo dominio specifico.

## ***3. Compiti Specifici e Orientamenti:***

### **• Consultazione:**

I ricercatori e gli studiosi possono consultare l'ontologia per raccogliere informazioni approfondite sui compositori classici, compresi dettagli su anni di nascita e morte, associazioni, opere celebri, generi e altro.

### **• Riferimento:**

L'ontologia funge da strumento di riferimento per coloro che cercano informazioni dettagliate ed accurate sui compositori classici e sulle loro contribuzioni al mondo della musica.

### **• Verifica:**

Gli utenti possono utilizzare l'ontologia per scopi di verifica, garantendo la correttezza e la coerenza dei dati relativi ai compositori classici.

### ***3.1. Contesto d'Uso:***

- **Ricerca Accademica:**

Studiosi e studenti nel campo della musicologia possono sfruttare l'ontologia per condurre ricerche su compositori classici, analizzare tendenze storiche ed esplorare relazioni tra compositori e le loro opere.

- **Appassionati di Musica:**

Individui appassionati di musica classica possono utilizzare l'ontologia per approfondire la comprensione dei loro compositori preferiti, scoprire nuove opere ed esplorare il contesto più ampio della musica classica.

- **Gestione dei Dati:**

L'ontologia è progettata per essere utilizzata nel contesto di sistemi di gestione dati, consentendo agli amministratori di mantenere e aggiornare informazioni sui compositori in modo strutturato.

### ***3.2. Tipo di Utenti:***

- **Amministratori:**

Individui responsabili della gestione e dell'aggiornamento dell'ontologia, garantendo l'accuratezza dei dati e mantenendo la coerenza.

- **Ricercatori di Compositori:**

Studiosi e ricercatori interessati a esplorare e analizzare dati relativi ai compositori classici, alle loro associazioni e opere.

- **Appassionati di Musica:**

Utenti occasionali appassionati di musica classica che desiderano esplorare informazioni sui compositori e sulle loro contribuzioni.

### ***3.3. Benefici***

- **Informazioni Strutturate:**

Fornisce una rappresentazione strutturata dei dati, migliorando chiarezza e organizzazione nel dominio dei compositori classici.

- **Coerenza:**

Assicura coerenza nella rappresentazione delle informazioni, riducendo la possibilità di errori e discrepanze.

- **Interoperabilità:**

Favorisce l'interoperabilità offrendo un formato standardizzato per la condivisione e lo scambio di informazioni sui compositori classici.

In sintesi, l'ontologia è una risorsa preziosa per coloro che si occupano dello studio della musica classica, offrendo una rappresentazione strutturata e standardizzata delle informazioni sui compositori classici. È progettata per supportare vari compiti, tra cui consultazione, riferimento e verifica, rivolgendosi a un'ampia utenza che va dai ricercatori accademici agli appassionati di musica.

## ***4. Descrizione del Dominio: Compositori Classici***

Il dominio dei compositori classici racchiude una ricca trama di creatività musicale che si estende attraverso i secoli. Comprendente figure rinomate come Mozart, Beethoven e Bach, questo dominio racchiude l'evoluzione storica della musica classica, caratterizzata da diverse epoche, generi e la creazione di capolavori senza tempo. I compositori classici hanno contribuito significativamente all'eredità culturale e artistica dell'umanità. Le loro

composizioni, che spaziano da sinfonie e opere liriche a musica da camera e concerti, costituiscono la base della musica classica occidentale. Comprendere questo dominio implica esplorare le vite, le opere e le influenze contestuali che hanno plasmato questi luminari musicali.

#### 4.1. Elementi Chiave del Dominio:

- **Epoche:**

Barocca, Classica, Romantica e Contemporanea rappresentano periodi distinti in cui i compositori hanno vissuto e creato. Ogni epoca ha caratteristiche stilistiche proprie, riflettendo tendenze più ampie della società e dell'arte.

- **Generi:**

La musica classica comprende generi diversi come sinfonia, sonata, concerto, opera ed etc. I compositori spesso eccellevano in generi specifici, contribuendo in modo unico a ciascuno di essi.

- **Associazioni:**

I compositori collaboravano spesso con contemporanei, musicisti e mecenati. Comprendere queste associazioni fornisce un'idea del contesto sociale e artistico del loro tempo.

#### 4.2. Riferimenti Bibliografici e Fonti:

- **Wikipedia:**

Wikipedia funge da risorsa preziosa per informazioni biografiche, composizioni e contesto storico dei compositori classici. Nonostante Wikipedia sia una piattaforma collaborativa spesso consolida informazioni da varie fonti accademiche. Le informazioni derivate da Wikipedia, nonostante sia una piattaforma collaborativa, fungono da utile punto di partenza per ottenere una panoramica dei compositori classici. È fondamentale incrociare i dettagli con fonti accademiche per garantire precisione e affidabilità.



Figura 1. La rappresentazione della conoscenza sul Wikipedia

- **Libri:**

"The Lives of the Great Composers" di Harold C. Schonberg e "A History of Western Music" di J. Peter Burkholder et al. offrono esplorazioni approfondite delle vite dei compositori e del loro impatto sulla storia musicale.



Figura 2. Infobox di Compositore

Il dominio dei compositori classici offre un affascinante viaggio attraverso le vite e le opere di individui straordinari che hanno plasmato il corso della storia della musica. Esplorare questo dominio significa approfondire epoche, generi e associazioni, trarre spunti da fonti autorevoli come i libri di riferimento e Wikipedia (come punto di riferimento).

## 5. Allineamenti

In modo da poter allineare questa ontologia abbiamo usato due ontologie standard esterne “*Schema*” e “*Foaf*”. L'allineamento l'ontologia con FOAF (Friend of a Friend) può migliorare l'interoperabilità e facilitare l'integrazione con altri sistemi o set di dati che utilizzano anch'essi FOAF. FOAF fornisce un modo standardizzato per rappresentare persone, le loro relazioni e vari aspetti delle loro identità. Ecco alcune considerazioni per allineare la tua ontologia dei compositori classici con FOAF. Allineamento della Classe Persona:

Allinea la tua classe “*Compositore*” con la classe “*Person*” di *FOAF*. Ciò assicura coerenza nella rappresentazione degli individui in entrambe le ontologie.

```
:Compositore rdf:type owl:Class ; rdfs:subClassOf foaf:Person .
```

Allinea le proprietà rilevanti come nome, data di nascita, data di morte e luogo di nascita con le proprietà di FOAF.

```
:DateofBirth rdf:type owl:DatatypeProperty ; rdfs:subPropertyOf foaf:birthday .
```

*foaf:knows* è comunemente utilizzato per rappresentare relazioni sociali o connessioni tra individui. Se le associazioni nella tua ontologia hanno una natura sociale o personale, allinearle a *foaf:knows* può fornire un significato semantico chiaro e riconoscibile.

```
collaboratedWithComposer rdf:type owl:ObjectProperty ; rdfs:subPropertyOf foaf:knows .
```

Utilizzare l'ontologia per dichiarare equivalenze con l'ontologia può portare diversi vantaggi, in particolare in termini di interoperabilità, ottimizzazione per i motori di ricerca e integrazione dati. Nel nostro caso siccome *schema* ha la classe specifica del *MusicComposition* si può concludere che per forza è equivalente con la nostra classe di *Composition*.

## 6. La documentazione: LODE

Per fare la documentazione dell'ontologia abbiamo usato “*Widoco*”, perché attualmente la versione online di LODE di funziona proprio e quindi non riusciamo a generare la documentazione richiesta attraverso questo strumento. *WIDOCO* aiuta a pubblicare e creare una documentazione arricchita e personalizzata dell'ontologia, seguendo una serie di passaggi guidati. Si estendono il framework *LODE* di Silvio Peroni per descrivere le classi, le proprietà e le proprietà dei dati dell'ontologia, *l'OOPS!* webservice di María Poveda per stampare una valutazione e il servizio *Licensius* di Victor Rodriguez Doncel per determinare l'URI della licenza e il titolo da utilizzare. Inoltre, utilizziamo *WebVowl* per visualizzare l'ontologia e abbiamo esteso *Bubastis* per mostrare un registro completo delle modifiche tra le diverse versioni della tua ontologia.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <https://github.com/dgarijo/Widoco>

## 7. Visualizzazione

Con l'ausilio del plug-in specifico di *Protege*, siamo in grado di rappresentare la tassonomia completa dell'ontologia creata, collegando le classi agli individui grazie all'uso delle proprietà. La figura seguente illustra un modello della tassonomia di questa ontologia."

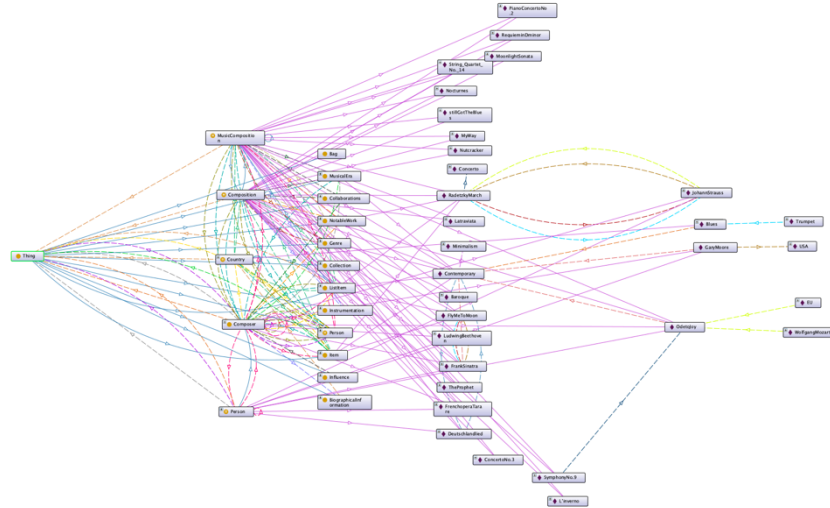


Figura 3. La tassonomia dell'ontologia

### 7.1. A-box

Come richiesto, abbiamo realizzato uno schema A-Box per due esempi reali. L'A-Box è uno strumento che ci consente di rappresentare le asserzioni tra gli individui attraverso l'utilizzo delle proprietà. Gli esempi nella nostra ontologia coincidono con due compositori, ossia gli individui 'Mozart' e 'Beethoven'.

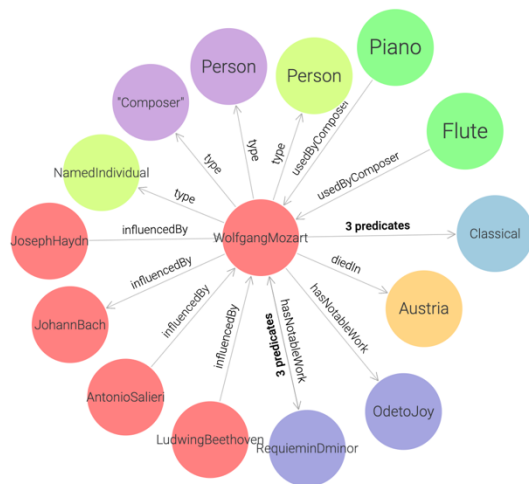


Figura 4. A-box di Mozart

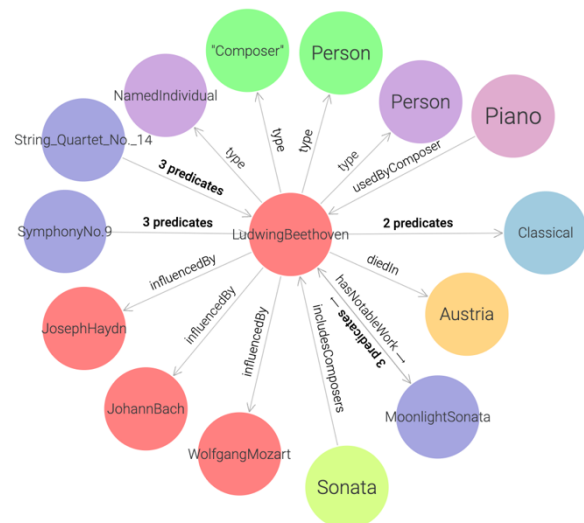


Figura 5. A-box di Beethoven

### 7.2. Triplette di RDF

Gli A-Box sono stati costruiti utilizzando triplette RDF, che costituiscono un dataset in cui è presente la forma di soggetto, predicato e oggetto. Queste triplette connettono due individui utilizzando un predicato, che funge da proprietà.

	subject	predicate	object
1	cc:WolfgangMozart	dc:description	"an austrian composer"
2	cc:WolfgangMozart	cc:Birthplace	"Austria"
3	cc:WolfgangMozart	cc:Birthplace	"Salzburg, Austria"
4	cc:WolfgangMozart	cc:DateOfDeath	"1791"^^xsd:decimal
5	cc:WolfgangMozart	cc:InfluencedByEra	cc:Classical
6	cc:WolfgangMozart	cc:belongsToEra	cc:Classical
7	cc:WolfgangMozart	cc:diedIn	cc:Austria
8	cc:WolfgangMozart	cc:hasNotableWork	cc:OdetoJoy
9	cc:WolfgangMozart	cc:hasNotableWork	cc:RequiemInDminor
10	cc:WolfgangMozart	cc:influencedBy	cc:JohannBach
11	cc:WolfgangMozart	cc:partOfGenre	cc:Classical
12	cc:WolfgangMozart	rdf:type	cc:Composer
13	cc:WolfgangMozart	rdf:type	owl:NamedIndividual
14	cc:WolfgangMozart	rdfs:label	"WolfgangMozart"@de-AT

Figura 6. Triple di Mozart

	subject	predicate	object
1	cc:LudwingBeethoven	dc:description	"a german composer"@en
2	cc:LudwingBeethoven	cc:Birthplace	"Bonn, Germany"
3	cc:LudwingBeethoven	cc:Birthplace	"Germany"
4	cc:LudwingBeethoven	cc:DateOfBirth	"1770"^^xsd:decimal
5	cc:LudwingBeethoven	cc:DateOfDeath	"1827"^^xsd:integer
6	cc:LudwingBeethoven	cc:InfluencedByEra	cc:Classical
7	cc:LudwingBeethoven	cc:belongsToEra	cc:Classical
8	cc:LudwingBeethoven	cc:composedBy	cc:LudwingBeethoven
9	cc:LudwingBeethoven	cc:diedIn	cc:Austria
10	cc:LudwingBeethoven	cc:hasNotableWork	cc:MoonlightSonata
11	cc:LudwingBeethoven	cc:influencedBy	cc:JosephHaydn
12	cc:LudwingBeethoven	rdf:type	cc:Composer
13	cc:LudwingBeethoven	rdf:type	owl:NamedIndividual
14	cc:LudwingBeethoven	rdfs:label	"LudwingBeethoven"@de
15	cc:LudwingBeethoven	foaf:gender	"Male"

Figura 7. Triple di Mozart

## 8. Queries di SPARQL

SPARQL rappresenta un linguaggio di interrogazione in OWL mediante il quale gli esperti sono in grado di estrarre informazioni significative dal contenuto dell'ontologia. Nella prima sezione, introdurremo il flusso dell'interazione con gli utenti, che sono i ricercatori e compositori che utilizzano il nostro sistema. Successivamente, descriveremo cinque interrogazioni (queries) in modo da permettere un'efficace interrogazione del sistema.

### 8.1. Flusso dell'interazione

Attraverso questa piattaforma un ricercatore musicale può trovare tutte le statistiche necessarie di un progetto di ricerca, in questa sezione illustriamo il flusso di interazione dell'utente esperto con l'ontologia in modo da potere estrarre le statistiche:

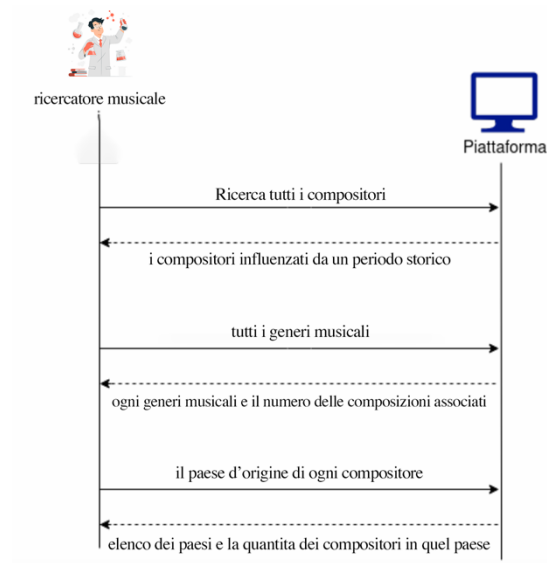


Figura 7. Il flusso dell'interazione

## 8.2. Query di SPARQL

Questa query ottiene il numero di opere e generi importanti per ciascun compositore in base alla proprietà Influenced By che sarebbe il Property Chain:

```
1 PREFIX cc: <http://www.semanticweb.org/arminakhlaghinia/ontologies/2024/0/ClassicalComposers#>
2 SELECT ?composer ?influencedEra (COUNT(?notableWork) as ?notableWorkCount) (COUNT(?genre) as ?
  genreCount)
3 WHERE {
4   ?composer a cc:Composer.
5   ?composer cc:InfluencedByEra ?influencedEra.
6
7   ?notableWork a cc:Composition.
8   ?notableWork cc:composedBy ?composer.
9
10  ?notableWork cc:partOfGenre ?genre.
11 }
12 GROUP BY ?composer ?influencedEra
```

Press Alt+Enter

Figura 8. Query 1

Il risultato del query:

	composer	influencedEra	notableWorkCount	genreCount
1	cc:JohannBach	cc:Baroque	"1"^^xsd:integer	"1"^^xsd:integer
2	cc:LudwingBeethoven	cc:Classical	"1"^^xsd:integer	"1"^^xsd:integer

Figura 9. Il risultato del query 1

Query #2 Conta il numero di composizioni per ogni genere musicale:

```
1 PREFIX cc: <http://www.semanticweb.org/arminakhlaghinia/ontologies/2024/0/ClassicalComposers#>
2 SELECT ?genre (COUNT(?composition) as ?compositionCount) (COUNT(?composer) as ?distinctComposers)
3 WHERE {
4   ?composition a cc:Composition.
5   ?composition cc:partOfGenre ?genre.
6   ?composition cc:composedBy ?composer.
7 }
8 GROUP BY ?genre
```

Figura 10. Query 2

il risultato del query:

	genre	compositionCount	distinctComposers
1	cc:Concerto	"3"^^xsd:integer	"3"^^xsd:integer
2	cc:Sonata	"1"^^xsd:integer	"1"^^xsd:integer
3	cc:Blues	"1"^^xsd:integer	"1"^^xsd:integer

Figura 10. Il risultato del query 2



Query #3 conta il numero di compositori per ogni paese:

```

1 PREFIX cc: <http://www.semanticweb.org/arminakhlaghinia/ontologies/2024/0/ClassicalComposers#>
2 SELECT ?country (COUNT(?composer) as ?composerCount)
3 WHERE {
4     ?composer a cc:Composer.
5     ?composer cc:Birthplace ?country.
6 }
7 GROUP BY ?country

```

Figura 11. Query 3

il risultato del Query:

	country	composerCount
1	"Italy"	"3"^^xsd:integer
2	"Salzburg, Austria"	"1"^^xsd:integer
3	"Austria"	"2"^^xsd:integer
4	"Germany"	"4"^^xsd:integer
5	"Poland"	"1"^^xsd:integer
6	"Bonn, Germany"	"1"^^xsd:integer
7	"Russia"	"1"^^xsd:integer
8	"The United States Of America"	"2"^^xsd:integer

Figura 12. Il risultato del query 3

Query #4 conta il numero dei compositori per ogni epoca storica:

```

1 PREFIX cc: <http://www.semanticweb.org/arminakhlaghinia/ontologies/2024/0/ClassicalComposers#>
2 SELECT ?era (COUNT(?composer) as ?composerCount)
3 WHERE {
4     ?composer a cc:Composer.
5     ?composer cc:belongsToEra ?era.
6 }
7 GROUP BY ?era

```

Figura 13. Query 4

il risultato del Query:

	era	composerCount
1	cc:Classical	"4"^^xsd:integer
2	cc:Baroque	"1"^^xsd:integer
3	cc:Romantic	"3"^^xsd:integer
4	cc:Renaissance	"1"^^xsd:integer
5	cc:Contemporary	"2"^^xsd:integer

Figura 14. Il risultato del query 4

ultimo Query conta il numero di composizioni per ogni genere musicale:

```

1 PREFIX cc: <http://www.semanticweb.org/arminakhlaghinia/ontologies/2024/0/ClassicalComposers#>
2 SELECT ?genre (COUNT(?composition) as ?compositionCount)
3 WHERE {
4   ?composition a cc:Composition.
5   ?composition cc:partOfGenre ?genre.
6 }
7 GROUP BY ?genre

```

Figura 15. Query 5

il risultato del query:

	genre	compositionCount
1	cc:Concerto	"3"^^xsd:integer
2	cc:Sonata	"1"^^xsd:integer
3	cc:Blues	"1"^^xsd:integer

Figura 16. Il risultato del query 5

## 9. L'estensione: le regole di SWRL

In questa sezione vediamo le regole di Swrl, L'obiettivo principale di SWRL è di consentire la definizione di regole che possono essere utilizzate per inferire nuove informazioni sulla base dei dati esistenti nell'ontologia.

La regola #1, collega compositori che condividono lo stesso genere nelle loro opere degne di nota tramite la proprietà cc:sharesGenre(?composer1, ?composer2)

$$\begin{aligned}
 &cc:Composer(?composer1) \wedge cc:hasNotableWork(?composer1, ?work1) \wedge \\
 &cc:partOfGenre(?work1, ?genre) \wedge cc:Composer(?composer2) \wedge \\
 &cc:hasNotableWork(?composer2, ?work2) \wedge cc:partOfGenre(?work2, ?genre) \wedge \\
 &swrlb:notEqual(?composer1, ?composer2) \rightarrow cc:sharesGenre(?composer1, \\
 &?composer2)
 \end{aligned}$$

la regola #2, inferisce l'epoca storica di un compositore in base al suo anno di nascita usando cc:characterizedByEra(?composer, cc:Classical).

$$\begin{aligned}
 &cc:Composer(?composer) \wedge cc:DateOfDeath(?composer, ?DeathYear) \wedge \\
 &swrlb:lessThanOrEqual(?DeathYear, 1800) \rightarrow cc:characterizedByEra(?composer, \\
 &cc:Classical)
 \end{aligned}$$

la regola #3, Questa regola deduce il genere di un compositore in base al genere della sua opera notevole.

$$\begin{aligned}
 &cc:Composer(?composer) \wedge cc:composedBy(?composition, ?composer) \wedge \\
 &cc:partOfGenre(?composition, ?genre) \rightarrow cc:characterizedByGenre(?composer, \\
 &?genre)
 \end{aligned}$$

La regola #4, rappresenta compositori che condividono la stessa associazione epoca

$$\begin{aligned}
 &cc:Composer(?composer1) \wedge cc:belongsToEra(?composer1, ?era) \wedge \\
 &cc:Composer(?composer2) \wedge cc:belongsToEra(?composer2, ?era) \wedge
 \end{aligned}$$

*swrlb:notEqual(?composer1, ?composer2) -> cc:influencedBy(?composer1, ?composer2)*

*La regola #5, inferisce il Compositore con lo stesso paese di morte*

*cc:Composer(?composer1) ^ cc:diedIn(?composer1, ?country) ^  
cc:Composer(?composer2) ^ cc:diedIn(?composer2, ?country) ^  
swrlb:notEqual(?composer1, ?composer2) -> cc:diedInSameCountry(?composer1, ?composer2)*

*La regola #6, collega i compositori che provengono dallo stesso paese.*

*cc:Composer(?composer1) ^ cc:Birthplace(?composer1, ?country) ^  
cc:Composer(?composer2) ^ cc:Birthplace(?composer2, ?country) ^  
swrlb:notEqual(?composer1, ?composer2) -> cc:sameCountry(?composer1, ?composer2)*