

Universidade Federal de Santa Catarina

# Ontologia para Recomendação de Restaurantes e Pratos

INE5430 - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

*Alunos*

Andrei Donati  
Ígor Assis Rocha Yamamoto  
Luis Felipe Pelison

*Professor*

Elder Rizzon Santos

Setembro de 2017

# Sumário

<b>1</b>	<b>Pesquisa Teórica</b>	<b>2</b>
1.1	Axiomas de Classe <i>subClassOf</i> e <i>equivalentTo</i> . . . . .	2
1.2	Lógica Descritiva do OWL e Lógica de 1ª Ordem . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Prática</b>	<b>4</b>
2.1	Descrição do Domínio . . . . .	4
2.2	Principais Classes . . . . .	5
2.3	Principais Propriedades . . . . .	5
2.3.1	DataProperty . . . . .	5
2.3.2	ObjectProperty . . . . .	6
2.4	Indivíduos . . . . .	6
2.4.1	Restaurant . . . . .	6
2.4.2	Cuisine . . . . .	6
2.4.3	Person . . . . .	6
2.4.4	Dish . . . . .	7
2.5	Inferências Sobre os Indivíduos . . . . .	7
2.5.1	Inferências Futuras . . . . .	8

# 1 Pesquisa Teórica

## 1.1 Axiomas de Classe *subClassOf* e *equivalentTo*

A linguagem de ontologias OWL 2 fornece axiomas que permitem o estabelecer relacionamentos entre classes, como mostra a Figura 5, retirada da documentação oficial da linguagem [1].

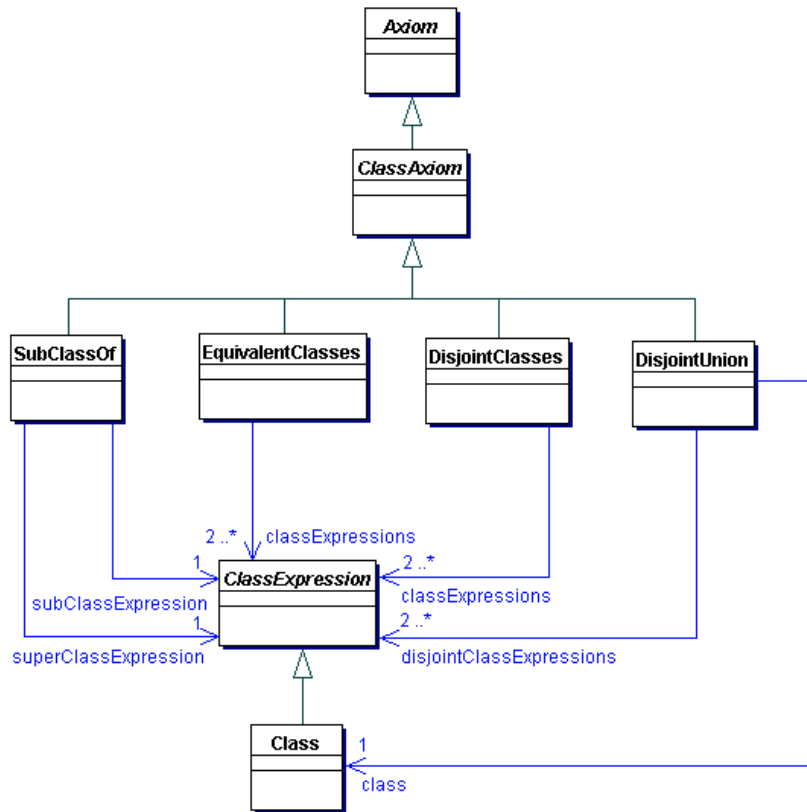


Figura 1: Axiomas de Classe do OWL 2

O axioma *subClassOf* permite o estabelecimento de uma hierarquia entre classes ao permitir que instâncias de uma classe também sejam instâncias de outras classes. A seguinte sintaxe da linguagem permite estabelecer o relacionamento de subclasse entre expressões de classe:

$$\textit{SubClassOf}(CE_1 \textit{ } CE_2)$$

O axioma acima estabelece que a expressão de classe  $CE_1$  é uma subclasse de  $CE_2$ . Ou seja, é estabelecida uma hierarquia descrevendo que  $CE_1$  é mais

especifica que  $CE_2$ .

No caso do nosso domínio de estudo, podemos ter como exemplo de axioma de subclasse:

- $SubClassOf(a : sushiHouse \ a : Restaurant)$ . Todo restaurante japonês é um restaurante.

O exemplo de axioma acima, de subclasse, pode ser usado para inferir outras classes de um indivíduo, dado que este é uma instância de uma classe que possui um axioma de subclasse. Exemplo:  $ClassAssertion(a : sushiHouse \ a : Ichiro)$ . Dado que  $a : Ichiro$  é uma instância de  $a : SushiHouse$ , podemos inferir, pelo primeiro axioma, que  $a : Ichiro$  é uma instância da classe  $a : Restaurant$ .

Já, o axioma *EquivalentTo* permite que sejam estabelecidas equivalências semânticas entre classes, permitindo a substituição de uma expressão de classe por outra sem que isso afete o significado da ontologia. A seguinte sintaxe da linguagem permite estabelecer o relacionamento de equivalência entre classes:

$$EquivalentClasses(CE_1 \dots CE_n)$$

O axioma acima estabelece que as expressões de classe  $CE_1$  até  $CE_n$  tem o mesmo significado semântico. Utilizando axiomas de subclasse poderíamos descrever de forma equivalente o axioma  $EquivalentClasses(CE_1 \ CE_2)$  da seguinte forma:

$$\begin{aligned} &SubClassOf(CE_1 \ CE_2) \\ &SubClassOf(CE_2 \ CE_1) \end{aligned}$$

No caso do nosso domínio de estudo, podemos ter como exemplo de axioma de equivalência de classe:

- $japaneseDish \ EquivalentTo \ (dish \ and \ belongsToCuisine \ value \ japaneseCuisine)$ . Um prato de comida japonesa é a mesma classe que a definida pelo axioma: pratos que pertencem à culinária japonesa.

Assim, poderíamos ter como exemplo de inferência pelo axioma acima, a classificação de uma instância pertencente a classe  $a : dish$  e cuja propriedade  $a : belongsTo$  tem como *value* o indivíduo  $a : japaneseCuisine$  como sendo uma instância da classe  $a : japaneseDish$ .

## 1.2 Lógica Descritiva do OWL e Lógica de 1ª Ordem

A Lógica Descritiva descreve o domínio em termos de conceitos (classes), papéis (propriedades, relacionamentos) e indivíduos. Em termos de lógica de primeira ordem, os nomes de conceitos são equivalentes a predicados unários - em geral, fórmulas com uma variável livre. Os nomes de papéis são equivalentes a predicados binários em geral, fórmulas com duas variáveis livres. Os nomes de indivíduos e ou elementos são equivalentes a constantes. O conjunto de operadores é restrito para que a linguagem seja decidível e com baixa complexidade. Através destes mecanismos, não apenas a base de conhecimento pode ser validada em relação à sua correção, mas também o conhecimento implícito pode ser explicitado a partir do conhecimento expresso na base [2].

Como exemplos do que é possível expressar com lógica de 1ª ordem que não conseguimos o fazer da mesma forma com lógica descritiva, podemos citar:

- Casos que requerem mais de duas variáveis na Lógica Descritiva, exemplo: não é possível descrever a classe de pessoas que gostam de alguém que gosta de outra pessoa que gosta da pessoa original. Na lógica de primeira-ordem poderíamos descrever este caso da seguinte forma:  $\forall x.(C(X) \leftrightarrow \exists y.(likes(x, y) \wedge \exists z.(likes(y, z) \wedge likes(z, x))))$ .

## 2 Prática

### 2.1 Descrição do Domínio

O domínio de conhecimento a ser representado consiste no tema cardápio de restaurantes. Pretende-se, com este trabalho, criar uma ontologia que descreva o conhecimento sobre os cardápios e as comidas de restaurantes: tipos de restaurantes, tipos de culinária, comidas e bebidas disponíveis nos cardápios, características específicas destas comidas (presença de lactose, glúten, carne e derivados e quantidade de açúcar e sal), pessoas envolvidas e o que elas gostam. O objetivo final é utilizar a ontologia para inferir recomendações de pratos disponíveis no cardápio do restaurante para cada indivíduo conforme seu gosto. Além disso, será feita interfeirência de gosto de restaurante, para recomendar restaurantes. Assim, pode-se criar um sistema de recomendação, utilizando o raciocínio automático, que descubra quais tipos de restaurantes um indivíduo gosta de frequentar e quais opções no cardápio são mais adequadas a ele.

## 2.2 Principais Classes

- **restaurant**: representa uma abstração para o estabelecimento que fornece as refeições. Este restaurante tem características ligadas a sua localização e tipos de comida servida.
- **cuisine**: abstração para os tipo de culinária. E interessante representar essa classe para podermos estabelecer relações e hierarquias entre cozinhas e pratos.
- **person**: representa uma abstração para o um perfil de uma pessoa, com preferências e restrições sobre comida, histórico de consumo e perfil demográfico (idade, sexo...)
- **dish**: representa uma abstração para o conceito de alimento (comida e bebidas). Esta classe tem características de tipo, grupo, subgrupo, ingredientes, sabor, presença de restrições (muito sal, muito açúcar, glúten...).

## 2.3 Principais Propriedades

As propriedades são de dados ou de objetos. Elas podem ser utilizadas por quaisquer classes ou são restritas a um domínio. As principais propriedades da ontologia modelada são:

### 2.3.1 DataProperty

- age
- city
- gender
- neighborhood
- region

Essas são propriedades que mostram atributos das pessoas e/ou dos restaurantes da base de conhecimento. Apesar de não utilizadas neste momento, foram modeladas pois são atributos importantes para um sistema de recomendação.

### 2.3.2 ObjectProperty

- belongsToCuisine
- likes
- hasDish
- hasFavoriteCuisine
- hasFavoriteDish
- madeBy
- eatenBy
- eats

Das propriedades de objetos, temos alguns exemplos das principais sendo utilizadas na nossa base de conhecimento:

Um axioma que mostra a equivalência entre um **estilo de comida americano** pode ser definido, utilizando a propriedade de objeto definida acima *belongsToCuisine*:

*dish and (belongsToCuisine value AmericanCuisine)*

## 2.4 Indivíduos

A seguir será descrita as principais características dos grupos de indivíduos, o que facilitará o entendimento da ontologia bem como das inferências:

### 2.4.1 Restaurant

São 7 restaurantes diferentes (2 pizzarias, 2 sushis, 2 hamburguerias e 1 chinês).

### 2.4.2 Cuisine

Terá 4 cozinhas diferentes (italiana, japonesa, americana e chinesa) com propriedades de preferências e restrições alimentares distintas.

### 2.4.3 Person

Será modeladas 5 pessoas (Andrei, Igor, Felipe, kretzer, Elder e Juarez) que terão combinações de gostos e restrições alimentares distintas.

#### 2.4.4 Dish

10 pratos diferentes serão inseridos na Ontologia (hambúrgueres, sushis, pizzas e pratos típicos chineses)

### 2.5 Inferências Sobre os Indivíduos

Para realizar a inferência dos produtos, foi adicionado *General class axioms* em algumas classes. Dessa forma, foi possível realizar algumas inferências:



Figura 2: Inferência de restaurantes e pratos

O indivíduo Felipe tem como prato favorito Bacon Burger, então é possível inferir que ele gosta de Bacon Burger, gosta da culinária Americana e gosta do restaurante Soul Gourmet e do restaurante UsinaDoHamburger

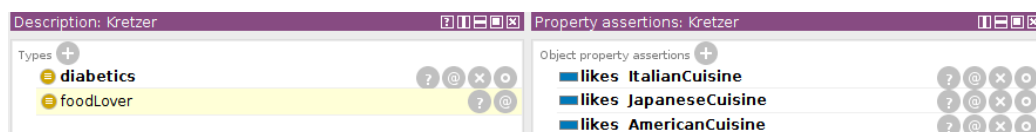


Figura 3: Inferência de classe

Kretzer é um indivíduo gosta de 3 tipos de culinária diferente, dessa forma foi inferido que ele é um amante de comida





Figura 4: Inferência 1 -

O cardápio do restaurante Ichiro foi inferido (propriedade *hasDish*) baseado na propriedade inversa ( que um prato é feito no se determinado prato é feito no lugar (*madeBy*)

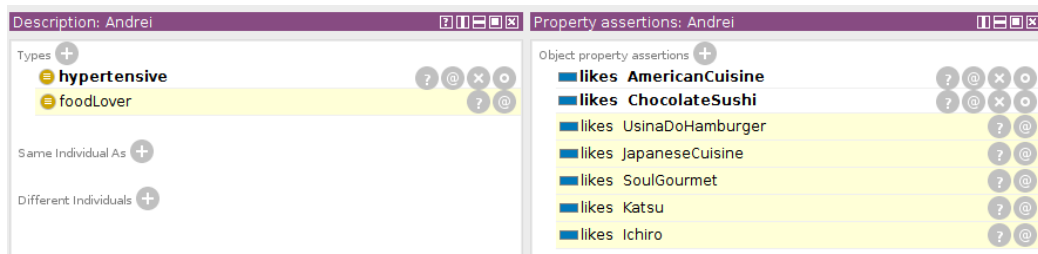


Figura 5: Inferência 1 -

O indivíduo Andrei tem como prato que gosta o sushi de chocolate e a culinária americana, dessa forma é recomendado ele ir nos restaurantes americanos e nos japoneses. É feita também a inferência de que ele gosta da culinária japonesa.

### 2.5.1 Inferências Futuras

Para deixar o sistema de recomendação robusto e personalizado, é interessante algumas características que foram modeladas mas não foram utilizadas com o motor de inferência. Como exemplo disto, temos as restrições alimentares (diabéticos só podem comer pratos "goodForDiabetics"). Outra

inferência que podem ser interessante é quando um usuário "like" algum prato de determinada culinária, ele pode gostar de outros pratos desta mesma culinária.

## Referências

- [1] [www.w3.org/TR/owl2-syntax](http://www.w3.org/TR/owl2-syntax) - Acessado em 14 de setembro de 2017.
- [2] RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. Artificial intelligence : a modern approach. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.
- [3] <https://stackoverflow.com/questions/24783523/what-is-supported-in-first-order-logics-which-is-not-supported-in-description-logic> - Acessado em 23 de setembro de 2017.
- [4] NOY, Natalya F.; MCGUINNESS, Deborah L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. 2001.
- [5] SUKSOM, Napat, Et Al. A Knowledge-based Framework for Development of Personalized Food Recommender System. 2010.
- [6] <https://stackoverflow.com/questions/16972311/inferencing-in-protege> - Acessado em 26 de setembro de 2017.