

Софийски университет „Св.Климент Охридски”

Факултет по математика и информатика



Курсов проект по

„Представяне и моделиране на знания“

Зимен семестър 2024/25г.

Тема „Онтология за кафе“

Изготвен от: Ивана Дончевска фн.0M13400614

Преподавател: проф. Мария Нишева

*Януари 2025,
София*

Съдържание

1.	Въведение и цел на проекта.....	1
2.	База от знания - елементи на онтологията.....	1
2.1.	Концепти.....	1
2.2.	Индивиди.....	9
2.3.	Свойства.....	11
3.	Пример за извършване на логически извод.....	12
3.1.	Извод от вида $KB \models (d \sqsubseteq e)$	12
3.1.1.	$KB \models (\text{StrongLatte} \sqsubseteq \text{Latte})$	12
3.1.2.	$KB \models (\text{IceMocha} \sqsubseteq \text{Mocha})$	13
3.2.	Извод от вида $KB \models (c \rightarrow e)$	14
3.2.1.	$KB \models (\text{StrongMacadamiaNutCoffee} \rightarrow \text{HighCaffeineCoffee})$	14
3.2.2.	$KB \models (\text{LightEspresso} \rightarrow \text{LowCaffeineCoffee})$	14
4.	Извършване на класификация.....	15
5.	Заявки към базата от знание.....	15
6.	Схема на онтологията.....	17
7.	Бъдещо развитие.....	18
8.	Използвани технологии.....	18
9.	Използвана литература.....	18

1. Въведение и цел на проекта

Кафето е една от най-популярните напитки в света с голямо разнообразие от видове, методи на приготвяне и характеристики. Проектът цели да създаде онтология, която да структурира знанията за кафето и да подпомогне анализа на връзките между различните аспекти на тази предметна област.

Цели на проекта

- Дефиниране на основните концепции и връзки в областта на кафето.
- Моделиране на логически зависимости и свойства между тях.
- Демонстрация на примери за логически изводи и приложения.

Онтологията може да бъде използвана за анализ на различни видове кафе, методи на приготвяне и за изграждане на интелигентни системи за препоръки в индустрията.

2. База от знания - елементи на онтологията

2.1. Концепти

В следващата таблица са представени както атомарни, така и съставни концепти, използвани в онтологията за кафе. Атомарните концепти представляват основни, неделими единици, докато съставните концепти са комбинации от атомарни, които обединяват няколко характеристики или условия.

Концепти

DomainThing \sqsubseteq **Thing**

Country \doteq [AND DomainThing
[ONE-OF Brazil, Colombia, Ethiopia, Guatemala, Hawaii, India, Kenya, Mexico,
Peru, Yemen, Italy, Turkey, Ireland, Greece, Australia]]

Drink \sqsubseteq **DomainThing**

Coffee \sqsubseteq [AND Drink
[EXISTS 1 :hasBase]
[EXISTS 1 :hasTopping]
[EXISTS 1: hasMilk]
[ALL :hasBase CoffeeBase]]

Концепти

ArabianCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean]]

[ALL :hasMilk [SOME-OF WholeMilk, LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping NaturalToppings]

[FILLS: hasOriginCountry Yemen]]

BrazilianCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean]]

[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping NaturalToppings]

[FILLS: hasOriginCountry Brazil]]

ColombianCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean]]

[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping NaturalToppings]

[FILLS: hasOriginCountry Colombia]]

NamedCoffee \sqsubseteq **Coffee**

Espresso \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel, Chocolate, Cinnamon]]

[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Cappuccino \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean,
Sugar]]

[ALL : hasMilk [SOME-FROM WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk,
LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping MilkFoam]

[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Latte \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]

[ALL : hasMilk [SOME-FROM WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk,
LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF MilkFoam, Caramel, Chocolate, Vanilla]]

[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Концепти

Macchiato ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel, Chocolate, Cinnamon]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Mocha ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, CocoaPowder]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel,Raspberry, Strawberry, Cinnamon]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

GreekCoffee ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Cardamom, Chocolate]]
[FILLS: hasOriginCountry Greece]]

IrishCoffee ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, Whiskey]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel, Chocolate]]
[FILLS: hasOriginCountry Ireland]]

Frappe ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, Ice]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel, Chocolate]]
[FILLS: hasOriginCountry Greece]]

FlatWhite ⊆ [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel, Chocolate]]
[FILLS: hasOriginCountry Australia]]

Концепти

PistachioLatte \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, PistachioSyrup]]

[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF CrushedPistachios, Chocolate]]

[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

HazelnutLatte \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, HazelnutSyrup]]

[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF CrushedHazelnuts, Chocolate, Caramel]]

[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

TurkishCoffee \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF Cardamom, Chocolate]]

[FILLS: hasOriginCountry Turkey]]

MacadamiaNutCoffee \sqsubseteq [AND NamedCoffee

[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, MacadamiaNutSyrup]]

[ALL :hasTopping [SOME-OF CrushedMacadamiaNuts, Chocolate, Caramel]]

[FILLS: hasOriginCountry Hawaii]]

LowCaffeineCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasCaffeineContentValue < 30]]

MediumCaffeineCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasCaffeineContentValue >= 30]

[ALL :hasCaffeineContentValue < 80]]

HighCaffeineCoffee \doteq [AND Coffee

[ALL :hasCaffeineContentValue >= 80]]

Концепти

PopularCoffee \doteq [AND Coffee
[ALL :hasToppings [SOME-FROM Cookie, NutTopping]
[ALL :isKnownWorldwide true]]

ProteinCoffee \doteq [AND Coffee
[ALL :hasToppings [SOME-FROM ProteinBar, ProteinPowder]
[ALL :isProteinRich true]]

IceCreamCoffee \doteq [AND Coffee
[ALL :hasToppings IceCream]
[ALL :hasCalorificContent 200]]

CoconutCoffee \doteq [AND Coffee
[ALL :hasToppings Coconut]
[ALL :isServedCold true]]

CoffeeBase \sqsubseteq DomainThing

Water \sqsubseteq CoffeeBase

ArabicaBean \sqsubseteq CoffeeBase

RobustaBean \sqsubseteq CoffeeBase

Sugar \sqsubseteq CoffeeBase

Whiskey \sqsubseteq CoffeeBase

Ice \sqsubseteq CoffeeBase

PistachioSyrup \sqsubseteq CoffeeBase

HazelnutSyrup \sqsubseteq CoffeeBase

CocoaPowder \sqsubseteq CoffeeBase

MacadamiaNutSyrup \sqsubseteq CoffeeBase

CoffeeTopping \sqsubseteq DomainThing

NaturalTopping \sqsubseteq [AND CoffeeTopping
[ALL :hasSweetness None]]

LiquidTopping \sqsubseteq CoffeeTopping

Caramel \sqsubseteq [AND LiquidTopping
[ALL :hasSweetness High]]

Chocolate \sqsubseteq [AND LiquidTopping
[ALL :hasSweetness High]]

Vanilla \sqsubseteq [AND LiquidTopping
[ALL :hasSweetness High]]

Концепти

MilkFoam \sqsubseteq [AND LiquidTopping
[ALL :hasSweetness Medium]]

FruitTopping \sqsubseteq **CoffeeTopping**

Raspberry \sqsubseteq [AND FruitTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

Strawberry \sqsubseteq [AND FruitTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

Coconut \sqsubseteq [AND FruitTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

NutTopping \sqsubseteq **CoffeeTopping**

CrushedMacadamiaNuts \sqsubseteq [AND NutTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

CrushedHazelnuts \sqsubseteq [AND NutTopping
[ALL :hasSweetness Medium]]

CrushedPistachios \sqsubseteq [AND NutTopping
[ALL :hasSweetness Medium]]

PowderTopping \sqsubseteq **CoffeeTopping**

Cardamom \sqsubseteq [AND PowderTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

ProteinPowder \sqsubseteq [AND PowderTopping
[ALL :hasSweetness Medium]]

Cinnamon \sqsubseteq [AND PowderTopping
[ALL :hasSweetness Low]]

SnackTopping \sqsubseteq **CoffeeTopping**

Cookie \sqsubseteq [AND SnackTopping
[ALL :hasSweetness High]]

ProteinBar \sqsubseteq [AND SnackTopping
[ALL :hasSweetness High]]

Концепти

IceCream \sqsubseteq [AND SnackTopping
[ALL :hasSweetness High]]

ValuePartition \sqsubseteq **Thing**

Level \doteq [AND ValuePartition [SOME-FROM High Medium Low None]]

High \sqsubseteq **Level**

Medium \sqsubseteq **Level**

Low \sqsubseteq **Level**

None \sqsubseteq **Level**

Milk \sqsubseteq **Drink**

WholeMilk \sqsubseteq **Milk**

AlmondMilk \sqsubseteq **Milk**

OatMilk \sqsubseteq **Milk**

LactoseFree \sqsubseteq **Milk**

Значение на използваните съставните (неатомарните) концепти:

- **[EXISTS n r]** описва множеството от тези индивиди, които са (участват) в релация r с поне n други индивиди
- **[FILLS r c]** описва тези индивиди, които са (участват) в релация r с индивида, описван от константата c
- **[ALL r d]** описва множеството от тези индивиди, които са (участват) в релация r само с индивиди, представители на (описани чрез) d
- **[AND d1 d2 ... dk]** описва тези индивиди, които са представители на (описани чрез) всички di
- **[EXACTLY n r]** представя множеството { x | x е свързан чрез ролята r с точно n различни индивида }
- **[SOME-OF d1 d2...dk]** описва тези индивиди, които са представители на някои di, с възможност за припокриване. Това е аналогът на ограничението someValuesFrom, използвано в OWL

2.2. Индивиди

Тук са представени индивидите, които се срещат в онтологията, като те представляват конкретни примери за обекти от съответните класове в обхвата на представената домейнна област.

Индивиди

Brazil → Country

Colombia → Country

Ethiopia → Country

Guatemala → Country

Hawaii → Country

India → Country

Kenya → Country

Mexico → Country

Peru → Country

Yemen → Country

Italy → Country

Turkey → Country

Ireland → Country

Greece → Country

Australia → Country

HotLatte → [AND Latte
[FILLS :isServedCold false]]

IceProteinCappuccino → [AND Cappuccino
[FILLS :isProteinRich true]
[FILLS :isServedCold true]]

ProteinCappuccino → [AND Cappuccino
[FILLS :isProteinRich true]]

IceMocha → [AND Mocha
[FILLS :isServedCold true]]

CalorificMacchiato → [AND Macchiato
[FILLS :hasCalorificContentValue 100]]

Индивиди

StrongLatte → [AND Latte
[FILLS :hasCaffeineContentValue 90]]

StrongMacadamiaNutCoffee → [AND MacadamiaNutCoffee
[FILLS :hasCaffeineContentValue 85]]

LightEspresso → [AND Espresso
[FILLS :hasCaffeineContentValue 20]]

WakeUpCoffee → [AND Espresso
[FILLS :hasCaffeineContentValue 95]
[FILLS :isKnownWorldwide true]]

StrongIcePistachioLatte → [AND PistachioLatte
[FILLS :hasCaffeineContentValue 87]
[FILLS: isServedCold true]
[FILLS: isKnownWorldwide true]]

2.3. Свойства

В таблицата по-долу са представени различните свойства, използвани в онтологията за кафе. Тези свойства описват връзките между концептите и индивидите в базата от знания, като са включени свойства с различни характеристики (взаимно обратни, функционални, транзитивни).

№	Domain	Property	Range	Characteristics
1	Coffee	isKnownWorldwide	xsd:boolean	functional
2	Coffee	isProteinRich	xsd:boolean	functional
3	Coffee	isServedCold	xsd:boolean	functional
4	Coffee	hasCaffeineContentValue	xsd:integer	functional
5	Coffee	hasCalorificContentValue	xsd:integer	functional
6	Drink	hasOriginCountry	Country	-
7	Drink	hasBase	CoffeeBase	-
8	CoffeeBase	isBaseOf	Drink	inverse of hasBase
9	CoffeeTopping	hasSweetness	Level	functional
10	Drink	hasTopping	CoffeeTopping	inverse functional
11	CoffeeTopping	isToppingOf	Drink	inverse of hasTopping
12	Drink	hasIngredient	Drink	transitive
13	Drink	isIngredientOf	Drink	inverse of hasIngredient
14	Drink	hasMilk	Milk	inverse functional
15	Milk	isMilkOf	Drink	Inverse of hasMilk

3. Пример за извършване на логически извод

3.1. Извод от вида $KB \models (d \sqsubseteq e)$

3.1.1. Нека $KB \models (\text{StrongLatte} \sqsubseteq \text{Latte})$

StrongLatte \doteq [AND Latte
[FILLS :hasCaffeineContentValue 90]]

Latte \doteq [AND NamedCoffee
[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]
[ALL : hasMilk [SOME-FROM WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF MilkFoam, Caramel, Chocolate, Vanilla]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Нормализация:

StrongLatte \doteq [AND
Latte
[FILLS :hasCaffeineContentValue 90]]

\doteq [AND
[AND
NamedCoffee
[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]
[ALL : hasMilk [SOME-FROM WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF MilkFoam, Caramel, Chocolate, Vanilla]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]
[FILLS :hasCaffeineContentValue 90]]

Latte \doteq [AND NamedCoffee
ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar]]
[ALL : hasMilk [SOME-FROM WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF MilkFoam, Caramel, Chocolate, Vanilla]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

→ Няма нужда от допълнителна нормализация.

3.1.2. Нека KB \models (IceMocha \sqsubseteq Mocha)

IceMocha \doteq [AND Mocha
[FILLS :isServedCold true]]

Mocha \doteq [AND NamedCoffee
[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, CocoaPowder]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel,Raspberry, Strawberry, Cinnamon]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

Нормализация:

IceMocha \doteq [AND
Mocha
[FILLS :isServedCold true]]

 \doteq [AND
[AND
NamedCoffee
[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, CocoaPowder]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel,Raspberry, Strawberry, Cinnamon]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]
[FILLS :isServedCold true]]

Mocha \doteq [AND NamedCoffee
[ALL :hasBase [SOME-FROM Water, ArabicaBean, RobustaBean, Sugar, CocoaPowder]]
[ALL : hasMilk [SOME-OF WholeMilk, AlmondMilk, OatMilk, LactoseFreeMilk]]
[ALL :hasTopping [SOME-OF Caramel,Raspberry, Strawberry, Cinnamon]]
[FILLS: hasOriginCountry Italy]]

→ Няма нужда от допълнителна нормализация.

3.2. Извод от вида $KB \models (c \rightarrow e)$

3.2.1. Нека $KB \models (\text{StrongMacadamiaNutCoffee} \rightarrow \text{HighCaffeineCoffee})$

StrongMacadamiaNutCoffee *Type* **MacadamiaNutCoffee**
 MacadamiaNutCoffee *subClassOf* **NamedCoffee**
 NamedCoffee *subClassOf* **Coffee**
StrongMacadamiaNutCoffee *hasCaffeineContentValue* 85

→ **Coffee** and (*hasCaffeineContentValue* ≥ 80) *subClassOf* **HighCaffeineCoffee**

3.2.2. Нека $KB \models (\text{LightEspresso} \rightarrow \text{LowCaffeineCoffee})$

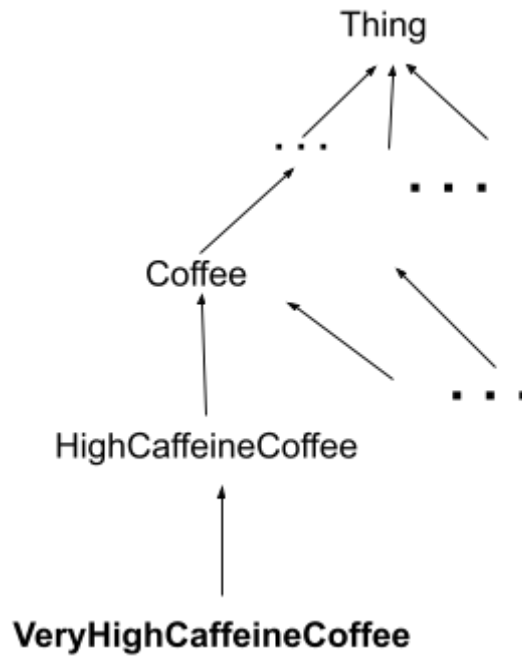
LightEspresso *Type* **Espresso**
 Espresso *subClassOf* **NamedCoffee**
 NamedCoffee *subClassOf* **Coffee**
LightEspresso *hasCaffeineContentValue* Value 20

→ **Coffee** and (*hasCaffeineContentValue* < 30) *subClassOf* **LowCaffeineCoffee**

4. Извършване на класификация

Нека да класифицираме новият концепт:

VeryHighCaffeineCoffee \doteq [AND Coffee
[ALL :hasCaffeineContentValue >= 150]]



Фигура 1. Подйерархия, в която ще бъде включен новият концепт VeryHighCaffeineCoffee

5. Заявки към базата от знание

Заявка 1: Заявка, която извлича всички напитки, които се сервират студени.

```
cold_coffees = onto.search(Coffee, isServedCold=True)
for coffee in cold_coffees:
    print(coffee.name)
```

→ Резултат:

IceProteinCappuccino
IceMocha
StrongIcePistachioLatte

Заявка 2: Заявка, която извлича всички високо кофеинови напитки.

```
all_coffees = onto.search(type=onto.Coffee)
high_caffeine_coffees = [coffee for coffee in all_coffees if
    coffee.hasCaffeineContentValue and
        coffee.hasCaffeineContentValue[0] > 80]

for coffee in high_caffeine_coffees:
    print(coffee.name)
```

→ Резултат:

WakeUpCoffee
StrongLatte
StrongIcePistachioLatte
StrongMacadamiaNutCoffee

Заявка 3: Заявка, която извлича всички популярни напитки.

```
all_coffees = onto.search(type=onto.Coffee)
popular_coffees = [coffee for coffee in all_coffees if
    coffee.isKnownWorldwide and coffee.isKnownWorldwide[0] is True]

for coffee in popular_coffees:
    print(coffee.name)
```

→ Резултат:

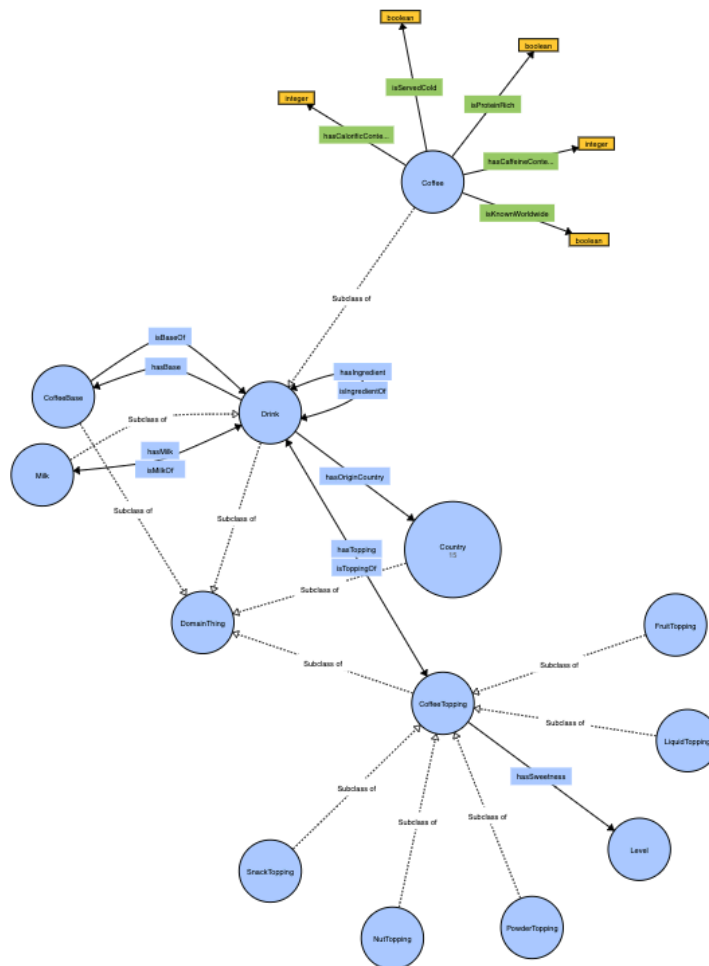
WakeUpCoffee
StrongIcePistachioLatte

Всички заявки за извличане на определен тип напитки са реализирани в **Python** с помощта на библиотеката **owlready2**, която предоставя необходимите възможности. Кодът е разположен във файла **coffee_ontology.py**.

6. Схема на онтологията

Онтологията за кафе е визуализирана на Фигура 2, като по-подробната схема може да бъде намерена във файла **coffee_ontology.swg**, както и в самия код на Python (**coffee_ontology.py**), от който всъщност е генерирана онтологията.

Тук е представена опростена схема, със скрити възли, за да бъде видимо.



Фигура 2. Опростена схема на онтологията

7. Бъдещо развитие

- Усъвършенстване на свойствата и добавяне на нови по-сложни зависимости
- Включване на нови концепти и индивиди
- Възможност за обединяване с други онтологии в сферата на кафето

8. Използвани технологии

- Проектът е реализиран чрез програмния език **Python** и библиотеката **owlready2**
- За визуализиране на схемата е ползвано: **WebVOWL** 1.1.7 (<https://service.tib.eu/webvowl/>)
- За преглед на създадената онтология с разширение .owl е ползвано: **Convert.Guru** (<https://convert.guru/files/owl>)

9. Използвана литература

1. <https://owlready2.readthedocs.io/en/v0.47/>
2. Материалите, предоставени в курса по Представяне и моделиране на знания