

# Онтология на основните стилове в изобразителното изкуство и техните отличителни картини

Даниел Халачев, ИИОЗ, 4М13400603

9 януари 2025 г.

# Съдържание

<b>1</b>	<b>Въведение</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Структура</b>	<b>3</b>
2.1	Атомарни концепти . . . . .	3
2.2	Атомарни подконцепти . . . . .	3
2.3	Неатомарни концепти . . . . .	3
2.4	Роли . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Константи</b>	<b>4</b>
3.1	Age (8) . . . . .	4
3.2	Style (25) . . . . .	5
3.3	Region (7) . . . . .	8
3.4	Medium (4) . . . . .	9
3.5	Depiction (6) . . . . .	9
3.6	Artist (7) . . . . .	9
3.7	Museum (7) . . . . .	10
3.8	Artwork (1) . . . . .	10
3.9	Painting (7) . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Визуализация</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Изводи</b>	<b>18</b>
5.1	Изводи от вида $KB \models (d \sqsubseteq e)$ . . . . .	18
5.2	Изводи от вида $KB \models (c \rightarrow e)$ . . . . .	19
5.3	Класификация . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Заявки към БД</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Сравнение с други онтологии. Силни и слаби страни</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Използвани технологии</b>	<b>24</b>

# 1 Въведение

Главната цел на проекта е да се създаде структурата на онтология, която представя основните епохи от човешкото развитие, типичните за тях стилове от изобразителното изкуство и връзките между тях, и знакови картини от дадени стилове. Онтологията съдържа:

- 17 концепта
- 12 роли
- 71 константи.

# 2 Структура

## 2.1 Атомарни концепти

- **Artwork** - произведение на изкуството
- **Age** - епоха в човешкото развитие
- **Style** - стил в изобразителното изкуство
- **Artist** - художник, нарисувал картината
- **Region** - регион на света, където е работил художникът
- **Medium** - средство за изобразяване
- **Depiction** - какво изобразява картината
- **Museum** - музей, в който се помещава картината днес

## 2.2 Атомарни подконцепти

$$\begin{aligned} \text{Paint} &\sqsubseteq \text{Medium} \\ \text{Landscape} &\sqsubseteq \text{Depiction} \end{aligned}$$

## 2.3 Неатомарни концепти

$$\begin{aligned} \text{Painting} &\doteq [\text{AND Artwork} [\text{EXISTS 1 :depicts}] [\text{EXISTS 1 :hasMedium}]] \\ \text{OilPainting} &\doteq [\text{AND Painting} [\text{FILLS :hasMedium OilPaint}]] \\ \text{AcrylicPainting} &\doteq [\text{AND Painting} [\text{FILLS :hasMedium AcrylicPaint}]] \\ \text{PortraitPainting} &\doteq [\text{AND Painting} [\text{FILLS :depicts Portrait}]] \\ \text{LandscapePainting} &\doteq [\text{AND Painting} [\text{ALL :depicts Landscape}]] \\ \text{PortraitOilPainting} &\doteq [\text{AND OilPainting PortraitPainting}] \\ \text{HistoricalEventOilPainting} &\doteq [\text{AND OilPainting} [\text{FILLS :depicts HistoricalEvent}]] \end{aligned}$$

## 2.4 Роли

belongsTo : Style → Age  
represents : Artwork → Style  
createdBy : Artwork → Artist  
housedIn : Artwork → Museum  
locatedIn : Museum → Region  
negativeReactionTo : Style → Style  
positiveReactionTo : Style → Style  
depicts : Painting → Depiction  
usesMedium : Painting → Medium  
livedIn : Artist → Region  
precededBy : Age → Age  
succeededBy : Age → Age.

От тях *precededBy* и *succeededBy* са противоположни и транзитивни, а *createdBy* и *housedIn* са функционални.

## 3 Константи

### 3.1 Age (8)

PrehistoricAge → Age  
Antiquity → [AND  
Age  
[FILLS :succeededBy MiddleAges]]

MiddleAges → [AND  
Age  
[FILLS :precededBy Antiquity]  
[FILLS :succeededBy Renaissance]]

GothicAge → [AND  
Age  
[FILLS :precededBy MiddleAges]  
[FILLS :succeededBy Renaissance]]

Renaissance →[AND  
Age  
[FILLS :precededBy MiddleAges]  
[FILLS :succeededBy NewAge]]

NewAge →[AND  
Age  
[FILLS :precededBy Renaissance]  
[FILLS :succeededBy ModernAge]]

ModernAge →[AND  
Age  
[FILLS :precededBy NewAge]  
[FILLS :succeededBy ContemporaryAge]]

ContemporaryAge →[AND  
Age  
[FILLS :precededBy ModernAge]]

### 3.2 Style (25)

Paleolithic →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo PrehistoricAge]]

Neolithic →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo PrehistoricAge]]

AncientEgyptian →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo Antiquity]]

AncientGreek →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo Antiquity]]

[FILLS :positiveReactionTo AncientEgyptian]]

Roman →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo Antiquity]  
[FILLS :positiveReactionTo AncientGreek]]

Byzantine →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo MiddleAges]]

Romanesque →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo MiddleAges]]

Gothic →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo GothicAge]  
[FILLS :positiveReactionTo Romanesque]]

ItalianRenaissance →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo Renaissance]  
[FILLS :negativeReactionTo Gothic]]

NordicRenaissance →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo Renaissance]]

Baroque →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo NewAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Renaissance]]

Rococo →[AND

Style  
[FILLS :belongsTo NewAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Baroque]]

Classicism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo NewAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Rococo]]

Romanticism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo NewAge]]

Realism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Romanticism]]

Impressionism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Realism]]

PostImpressionism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :positiveReactionTo Impressionism]]

Expressionism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Realism]]

Cubism →[AND  
Style

[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :negativeReactionTo Impressionism]]

Futurism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]]

Dadaism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]]

Surrealism →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ModernAge]  
[FILLS :positiveReactionTo Dadaism]]

PopArt →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ContemporaryAge]]

ConceptualArt →[AND  
Style  
[FILLS :belongsTo ContemporaryAge]  
[FILLS :positiveReactionTo PopArt]]

### 3.3 Region (7)

Asia → Region  
Africa → Region  
Australia → Region  
SouthAmerica → Region  
NorthAmerica → Region  
EasternEurope → Region  
WesternEurope → Region

### 3.4 Medium (4)

Chalk → Medium  
Graphite → Medium  
OilPaint → Paint ⊑ Medium  
AcrylicPaint → Paint ⊑ Medium

### 3.5 Depiction (6)

AbstractDepiction → Depiction  
GroupScene → Depiction  
Portrait → Depiction  
HistoricalEvent → Depiction  
UrbanLandscape → Landscape ⊑ Depiction  
NaturalLandscape → Landscape ⊑ Depiction

### 3.6 Artist (7)

Michelangelo → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn WesternEurope]]  
VincentVanGogh → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn WesternEurope]]  
JohannesVermeer → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn WesternEurope]]  
LeonardoDaVinci → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn WesternEurope]]  
FranciscoGoya → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn WesternEurope]]  
AndyWarhol → [AND  
    Artist  
    [FILLS :livedIn NorthAmerica]]

ClaudeMonet →[AND  
Artist  
[FILLS :livedIn WesternEurope]]

### 3.7 Museum (7)

GalleriaDellAccademia →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]  
LouvreMuseum →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]  
MoMA →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn NorthAmerica]]  
PradoMuseum →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]  
KatheKollwitzMuseum →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]  
BibliotecaRealeTurin →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]  
Mauritshuis →[AND  
Museum  
[FILLS :locatedIn WesternEurope]]

### 3.8 Artwork (1)

Произведения на изкуството, които не са картини.

David →[AND  
Artwork  
[FILLS :createdBy Michelangelo]  
[FILLS :represents ItalianRenaissance]  
[FILLS :housedIn GalleriaDellAccademia]]

### 3.9 Painting (7)

- **MonaLisa**

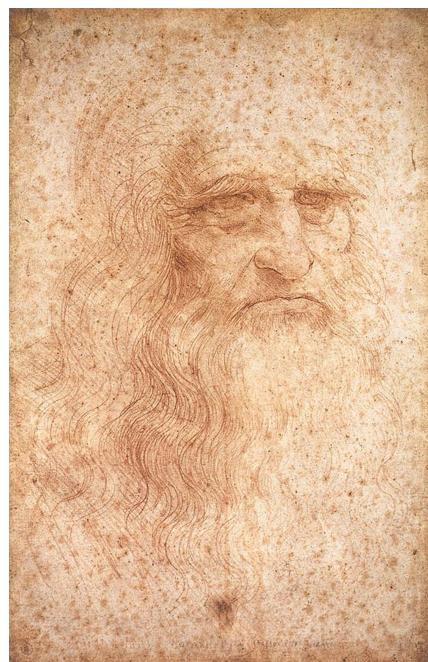
MonaLisa →[AND PortraitPainting, PortraitOilPainting  
[FILLS :createdBy LeonardoDaVinci]  
[FILLS :depicts Portrait]  
[FILLS :usesMedium OilPaint]  
[FILLS :represents ItalianRenaissance]  
[FILLS :housedIn LouvreMuseum]]



- **PortraitOfAManInRedChalk**

PortraitOfAManInRedChalk →[AND PortraitPainting

[FILLS :createdBy LeonardoDaVinci]  
[FILLS :depicts Portrait]  
[FILLS :usesMedium Chalk]  
[FILLS :represents ItalianRenaissance]  
[FILLS :housedIn BibliotecaRealeTurin]]



- **GirlWithAPearlEarring**

GirlWithAPearlEarring →[AND PortraitPainting, PortraitOilPainting  
[FILLS :createdBy JohannesVermeer]  
[FILLS :depicts Portrait]  
[FILLS :usesMedium OilPaint]  
[FILLS :represents Baroque]  
[FILLS :housedIn Mauritshuis]]



- CampbellsSoupCans

CampbellsSoupCans →[AND AcrylicPainting

[FILLS :createdBy AndyWarhol]

[FILLS :depicts AbstractDepiction]

[FILLS :usesMedium AcrylicPaint]

[FILLS :represents PopArt]

[FILLS :housedIn MoMA]]



- ThirdOfMay1808

ThirdOfMay1808 →[AND HistoricalEventOilPainting

[FILLS :createdBy FranciscoGoya]

[FILLS :depicts HistoricalEvent]

[FILLS :usesMedium OilPaint]

[FILLS :represents Romanticism]

[FILLS :housedIn PradoMuseum]]



- **Haystacks**

Haystacks →[AND LandscapePainting

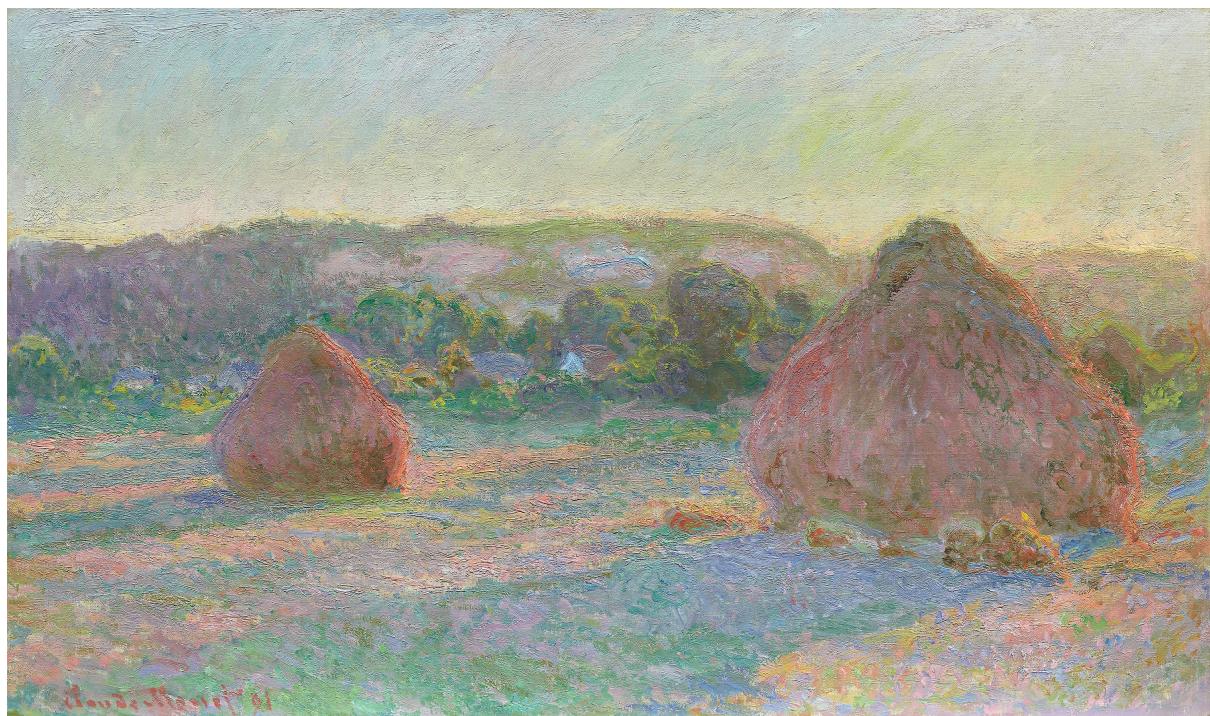
[FILLS :createdBy ClaudeMonet]

[FILLS :depicts NaturalLandscape]

[FILLS :usesMedium OilPaint]

[FILLS :represents Impressionism]

[FILLS :housedIn ArtInstituteOfChicago]]



- StarryNightOverTheRhone

StarryNightOverTheRhone →[AND LandscapePainting

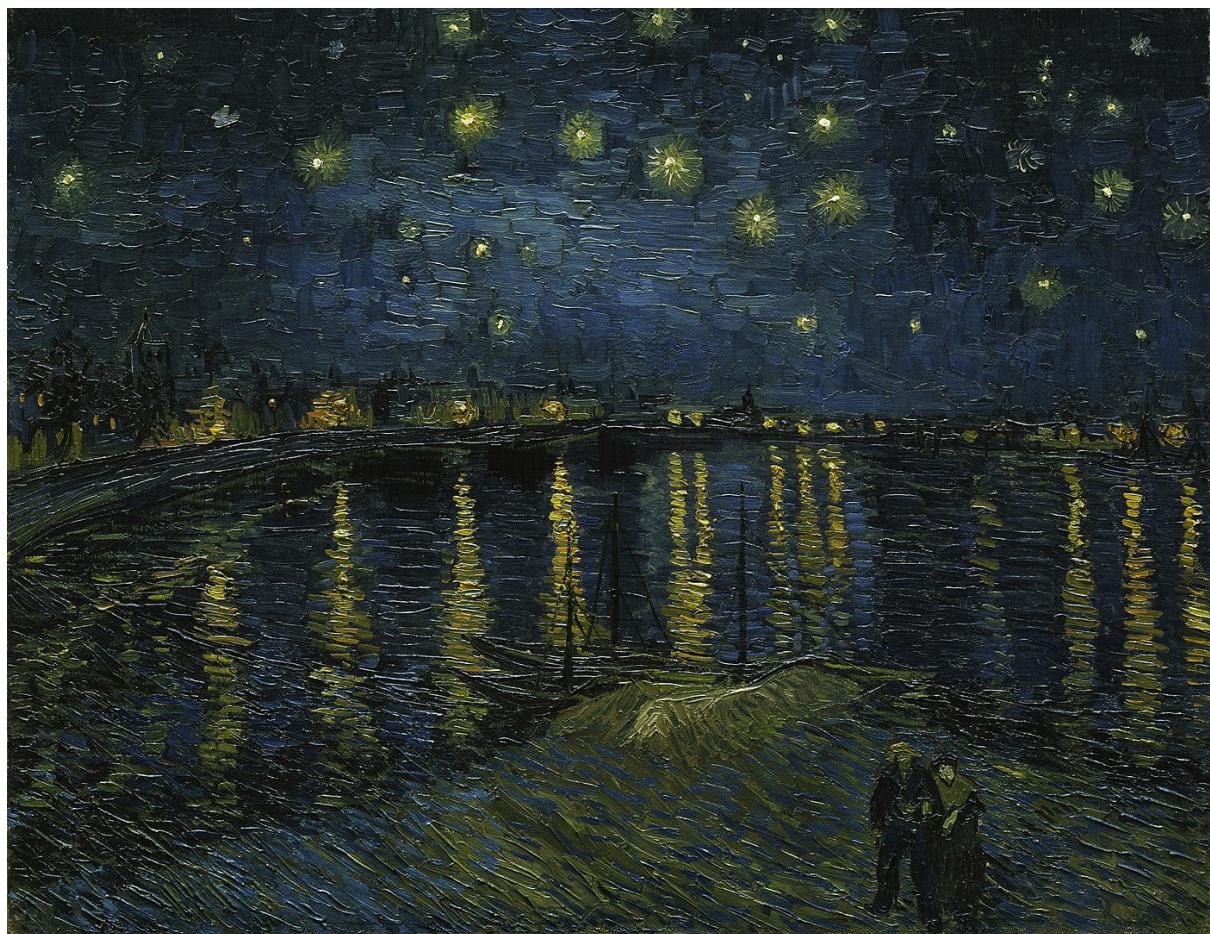
[FILLS :createdBy VincentVanGogh]

[FILLS :depicts NaturalLandscape]

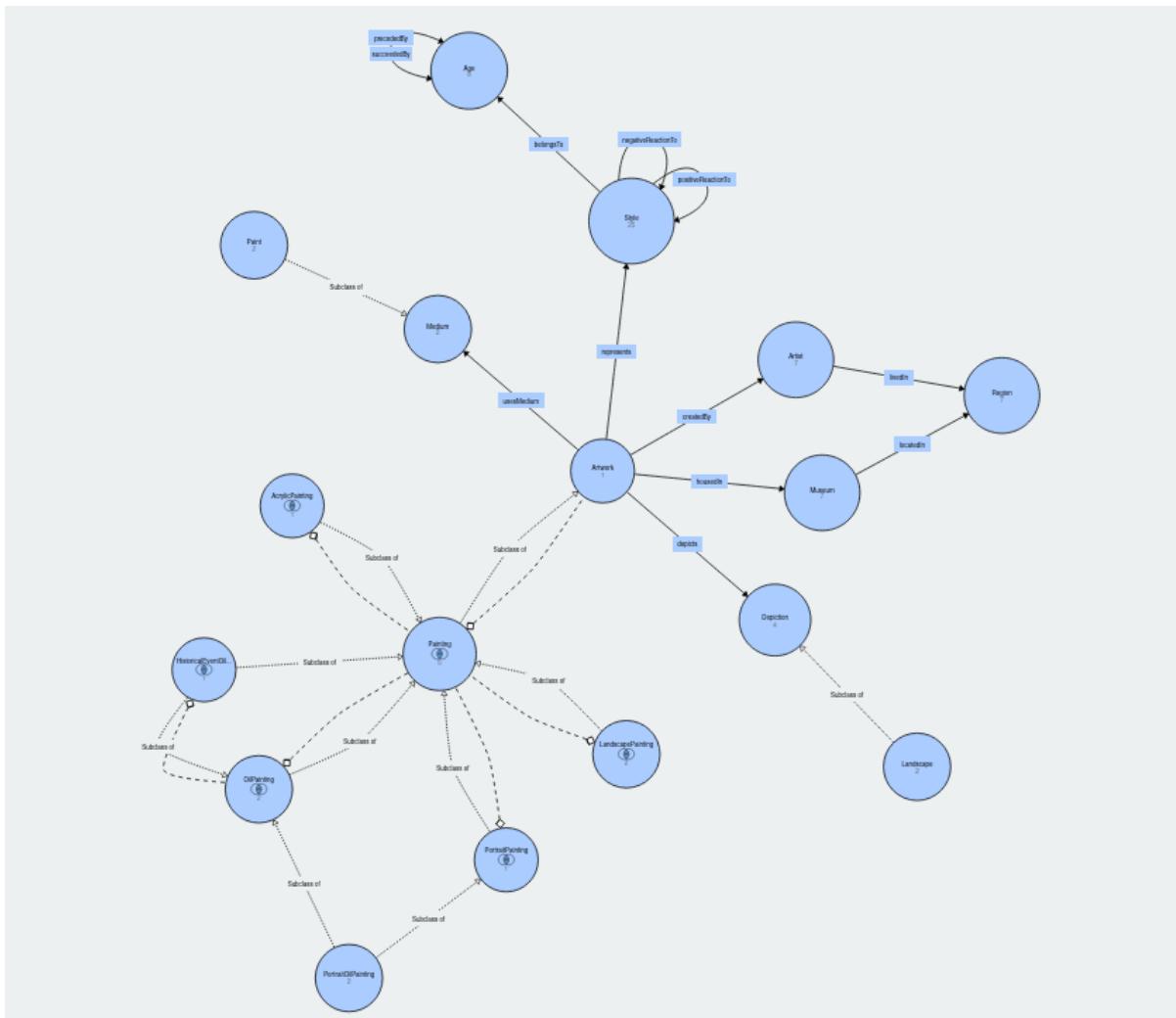
[FILLS :usesMedium OilPaint]

[FILLS :represents PostImpressionism]

[FILLS :housedIn MoMA]]



## 4 Визуализация



Фигура 1: Визуализация на онтологията в WebVOWL

5 Изводи

### 5.1 Изводи от вида $KB \models (d \sqsubseteq e)$

Ще докажем, че  $\text{PortraitOilPainting} \sqsubseteq \text{Artwork}$ :

PortraitOilPainting  $\doteq [$ AND PortraitPainting OilPainting]  
 $\doteq [$ AND  
[AND Painting [FILLS :depicts Portrait]]]

```

[AND Painting [FILLS :usesMedium OilPaint]]]
= [AND
    Painting
    [FILLS :depicts Portrait]
    [FILLS :usesMedium OilPaint]]
= [AND
    [AND Artwork
        [EXISTS 1 :depicts]
        [EXISTS 1 :hasMedium]]
        [FILLS :depicts Portrait]
        [FILLS :usesMedium OilPaint]]
= [AND Artwork
    [EXISTS 1 :depicts]
    [EXISTS 1 :usesMedium]
    [FILLS :depicts Portrait]
    [FILLS :usesMedium OilPaint]]
= [AND Artwork
    [FILLS :depicts Portrait]
    [FILLS :usesMedium OilPaint]]
    ⊑ Artwork

```

## 5.2 Изводи от вида $KB \models (c \rightarrow e)$

Ще докажем, че  $\text{GirlWithAPearlEarring} \rightarrow \text{PortraitOilPainting}$ :

```

GirlWithAPearlEarring → [AND
    Artwork
    [FILLS :depicts Portrait]
    [FILLS :createdBy JohannesVermeer]
    [FILLS :usesMedium OilPaint]
    [FILLS :represents Baroque]
    [FILLS :housedIn Mauritshuis]]

```

```

PortraitOilPainting = [AND
    Artwork
    [FILLS :depicts Portrait]]

```

[FILLS :usesMedium OilPaint]]

### 5.3 Класификация

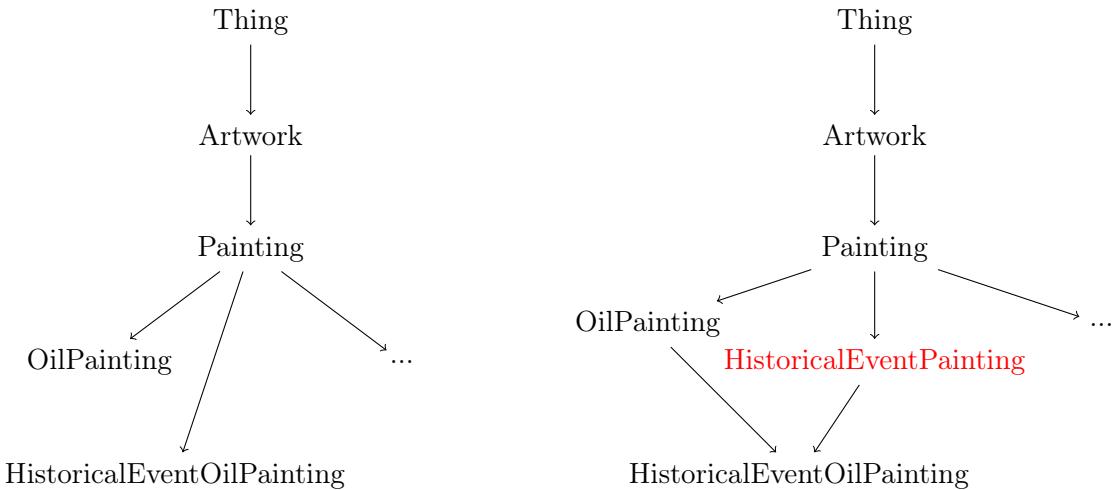
Ще въведем концепта HistoricalEventPainting  $\doteq$  [AND Painting [FILLS :depicts HistoricalEvent]], за който очакваме:

$$\text{Painting} \sqsubseteq \text{HistoricalEventPainting} \sqsubseteq \text{HistoricalEventOilPainting}$$

В действителност,

$$S = \{\text{Painting}\}$$
$$G = \{\text{HistoricalEventOilPainting}\}$$

Окончателно:



Фигура 2: Класификация на новия концепт *HistoricalEventPainting*

## 6 Заявки към БД

Примерните заявки по-долу могат да бъдат изразени чрез разширение на езика  $\mathcal{DL}$ , което поддържа променливи и отрицания[1].

- Да се намери всяка картина, която е изложени в музей, разположен в регион, различен от този, където е живял художникът ѝ

MovedPainting  $\doteq$ [AND

[FILLS :createdBy [AND Artist [FILLS :livedIn ?artistRegion]]]  
[FILLS :housedIn [AND Museum [NOT [FILLS :locatedIn ?artistRegion]]]]]

- Да се намерят тези художници, които са изработили портрети с различни графични средства:

PortraitMaster ?artist  $\doteq$

[AND  
Artist  
[EXISTS 1  
[AND PortraitPainting  
[FILLS :usesMedium ?medium1]  
[FILLS :createdBy ?artist]]]  
[EXISTS 1  
[AND PortraitPainting  
[FILLS :usesMedium ?medium2]  
[FILLS :createdBy ?artist]]]  
[NOT [?medium1 = ?medium2]]]

Синтаксисът на Protege не позволява променливи, но заявките могат да бъдат изразени чрез SPARQL по следния начин:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX : <http://example.org/art_ontology.owl#>

SELECT DISTINCT ?painting
WHERE {
    ?painting rdf:type/rdfs:subClassOf* :Painting .
    ?painting :createdBy ?artist .
    ?painting :housedIn ?museum .
    ?artist :livedIn ?artistRegion .
    ?museum :locatedIn ?museumRegion .
    FILTER (?artistRegion != ?museumRegion)
}

SELECT DISTINCT ?artist
WHERE {
    ?painting1 :depicts :Portrait .
    ?painting1 :createdBy ?artist .
    ?painting1 :usesMedium ?medium .

    ?painting2 :depicts :Portrait .
    ?painting2 :createdBy ?artist .
    ?painting2 :usesMedium ?otherMedium .
    FILTER (?medium != ?otherMedium)
}
```

SPARQL query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX : <http://example.org/art_ontology.owl#>

SELECT DISTINCT ?painting
WHERE {
  ?painting rdf:type/rdfs:subClassOf* :Painting .
  ?painting :createdBy ?artist .
  ?painting :housedIn ?museum .
  ?artist :livedIn ?artistRegion .
  ?museum :locatedIn ?museumRegion .
  FILTER (?artistRegion != ?museumRegion)
}

```

painting
StarryNightOverTheRhone

SPARQL query:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX : <http://example.org/art_ontology.owl#>

SELECT DISTINCT ?artist
WHERE {
  ?painting1 :depicts :Portrait .
  ?painting1 :createdBy ?artist .
  ?painting1 :usesMedium ?medium .

  ?painting2 :depicts :Portrait .
  ?painting2 :createdBy ?artist .
  ?painting2 :usesMedium ?otherMedium .
  FILTER (?medium != ?otherMedium)
}

```

artist
LeonardoDaVinci

Фигура 3: Резултати от изпълнението на *SPARQL* заявките в *Protege*

## 7 Сравнение с други онтологии. Силни и слаби страни

Кратко търсene в интернет откри много ограничено множество онтологии на естествен език, които са посветени на изкуството, сред които най-популярна е тази на Oxford[2]. Опит за достъп на 14.12.2024 чрез университетския ми профил върна грешка.

Търсeneто обаче не откри онтологии, които са машинно четими. Затова ще посоча някои обективни предимства, недостатъци и възможности за подобрения, които не са базирани на съпоставка с други онтологии:

- онтологията е консистентна
- зададени са подходящ брой ограничения над ролите, които да помогнат в логическите изводи, но да не намалят изразителната сила на онтологията - например ролята *represents* не е функционална, което отразява възможността едно произведение на изкуството да е екземпляр на повече от един стил
- онтологията е проектирана да подлежи на лесно разширение:
  - за различни видове техники - може да бъдат добавени концепти като *Technique*
  - за всякакви видове изкуство чрез общия концепт *Artwork*, който може да бъде разширен не само с *Painting*, но и други видове творби - например скулптури, чрез *Sculpture* чрез допълнителни ограничения с други концепти, например *Medium*, към който може да бъдат добавени константи или подконцепти като *HardMaterial*, *Marble* и др.
- могат да бъдат дефинирани роли, задаващи точни години за началото и края на епохите, които, с подходящи правила за извод, могат да заменят релациите *precededBy* и *succeededBy*. По този начин епохите могат да се застъпват. Тази онтология умишлено не беше проектирана така с цел да бъдат спазени изискванията за брой и вид на ролите.
- съществуват десетки други стилове и хиляди произведения на изкуството, които не фигурират в онтологията и могат да бъдат добавени след консултация с експерт в областта.

## 8 Използвани технологии

Онтологията е реализирана и проверена за консистентност на *Python* с библиотеката *owlready2*. *SPARQL* заявките са изпълнени с *Protege*. За визуализацията е използван *WebVOWL*.

## Литература

- [1] *Reasoning in description logics with variables: preliminary results regarding the EL logic*. — inria.hal.science. [Accessed 13-12-2024]. URL: <https://inria.hal.science/hal-01163342v1>.
- [2] Stephen Davies. *Ontology of Art*. Под ред. на Jerrold Levinson. Oxford University Press, сентябрь 2009.
- [3] *Campbell's Soup Cans - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Campbell%27s\\_Soup\\_Cans](https://en.wikipedia.org/wiki/Campbell%27s_Soup_Cans).
- [4] *Girl with a Pearl Earring - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Girl\\_with\\_a\\_Pearl\\_Earring](https://en.wikipedia.org/wiki/Girl_with_a_Pearl_Earring).
- [5] *Mona Lisa - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mona\\_Lisa](https://en.wikipedia.org/wiki/Mona_Lisa).
- [6] *Portrait of a Man in Red Chalk - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Portrait\\_of\\_a\\_Man\\_in\\_Red\\_Chalk](https://en.wikipedia.org/wiki/Portrait_of_a_Man_in_Red_Chalk).
- [7] *The Third of May 1808 - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Third\\_of\\_May\\_1808](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Third_of_May_1808).
- [8] *Haystacks (Monet series) - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Haystacks\\_\(Monet\\_series\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Haystacks_(Monet_series)).
- [9] *Starry Night Over the Rhône - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Starry\\_Night\\_Over\\_the\\_Rh%C3%B4ne](https://en.wikipedia.org/wiki/Starry_Night_Over_the_Rh%C3%B4ne).
- [10] *Periods in Western art history - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Periods\\_in\\_Western\\_art\\_history](https://en.wikipedia.org/wiki/Periods_in_Western_art_history).
- [11] *Visual arts - Wikipedia* — en.wikipedia.org. [Accessed 13-12-2024]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Visual\\_arts](https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_arts).
- [12] Kyle DeGuzman. *Art History Timeline – A Guide to Western Art Movements* — studiobinder.com. [Accessed 13-12-2024]. URL: <https://www.studiobinder.com/blog/art-history-timeline/#art-history-timeline-prehistoric-art>.