



Smart data

Лекция #3
Графы знаний
(часть 1)

И.А. Куликов
i.a.kulikov@gmail.com



**Модель данных и язык
запросов к графу знаний**

Модели

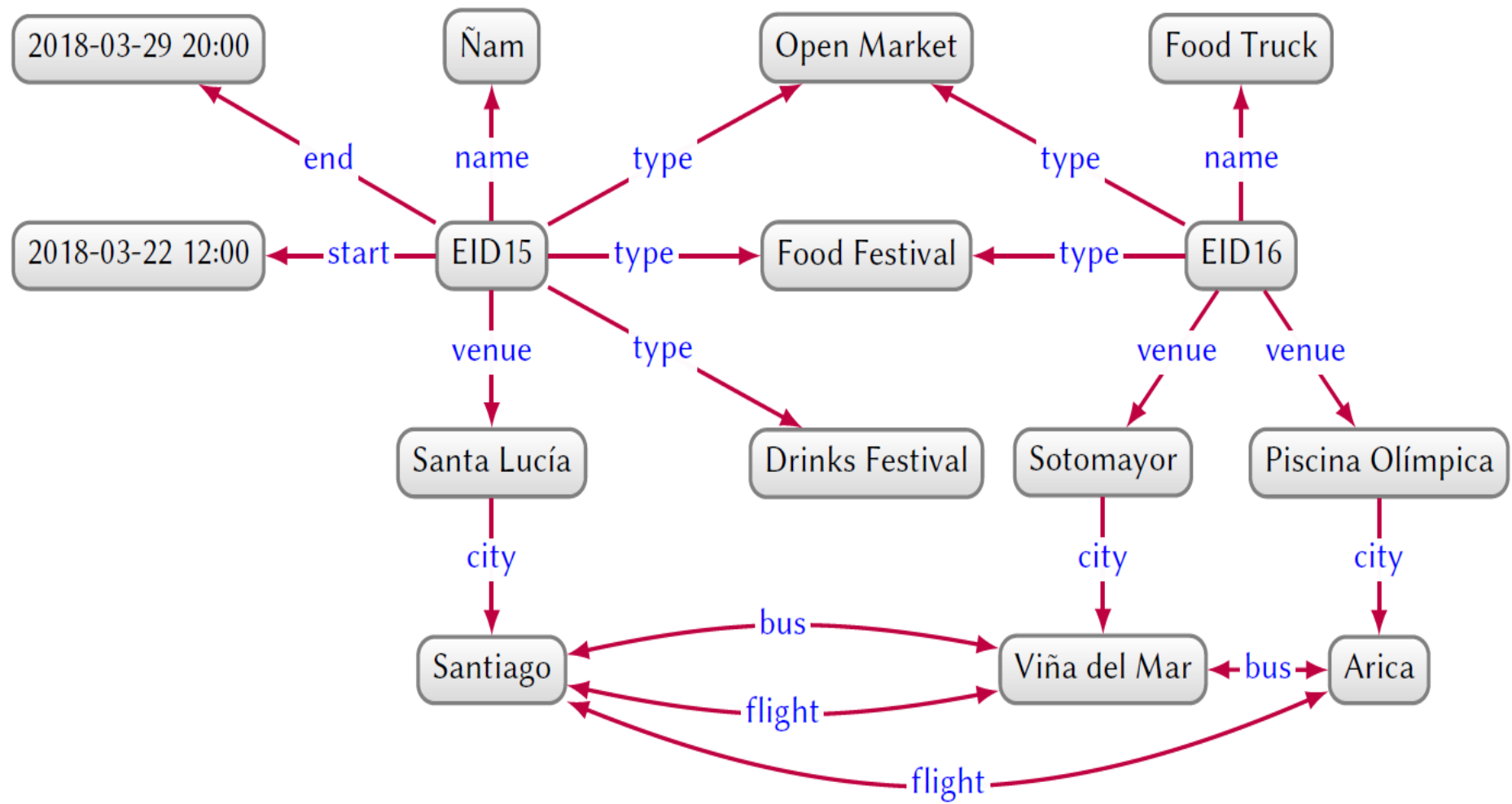


Рис. 1. Направленный граф с именованными ребрами, описывающий события и их места проведения

Модели

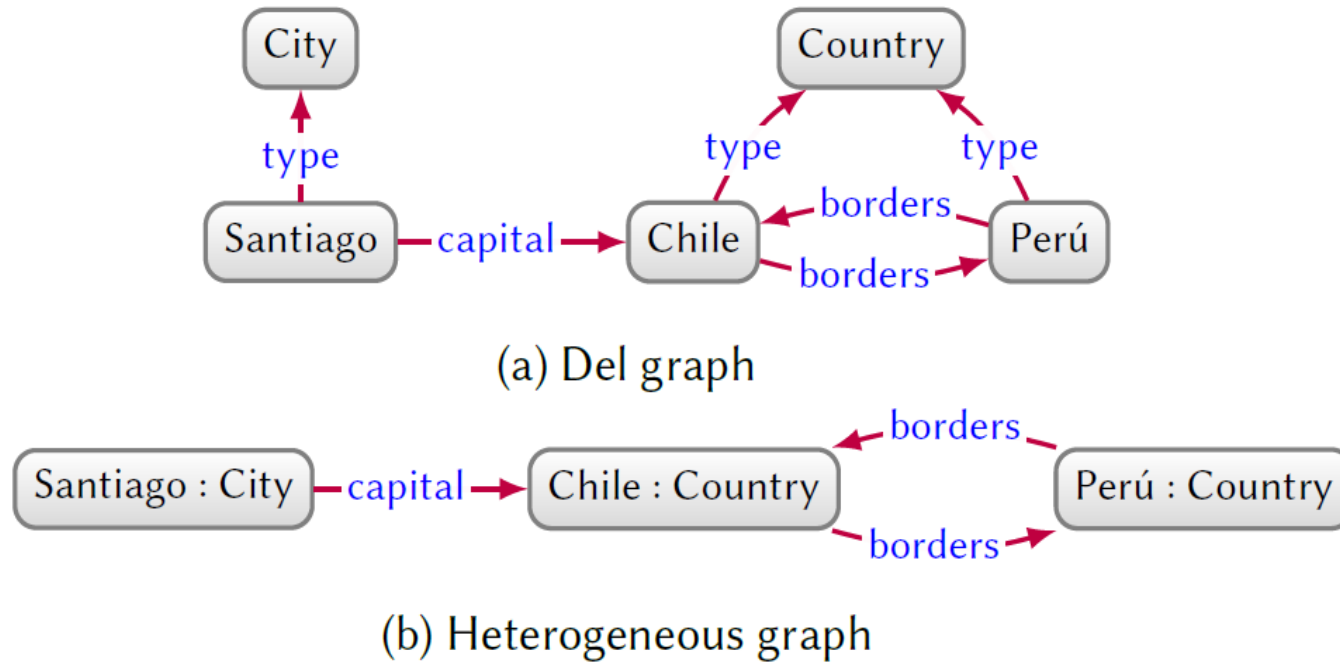


Рис. 2. Данные о столицах и странах в ориентированном графе с маркировкой ребер и гетерогенном графе

Модели

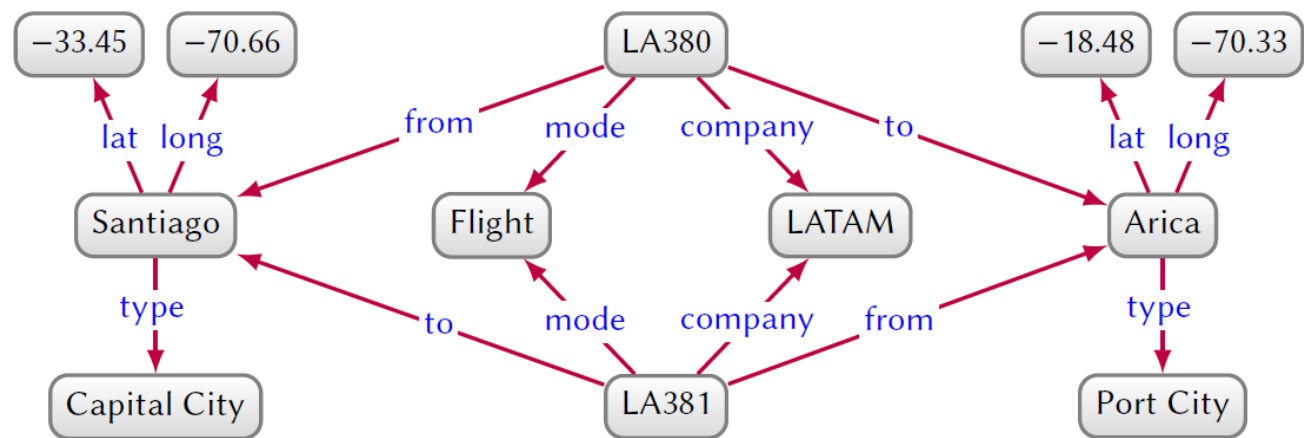


Рис. 3. Направленный граф с компаниями, предлагающими рейсы между Сантьяго и Арикой

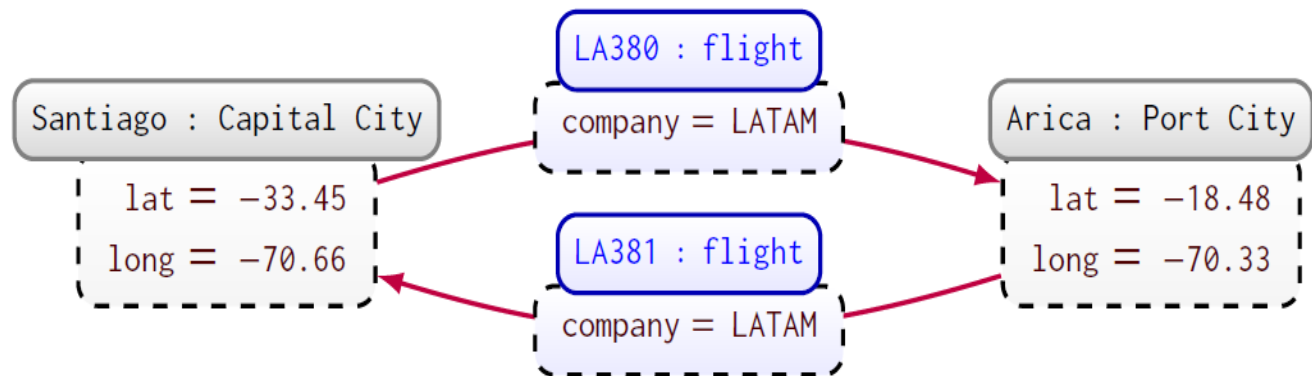


Рис. 4. Граф свойств с компаниями, предлагающими рейсы между Сантьяго и Арикой

Модели

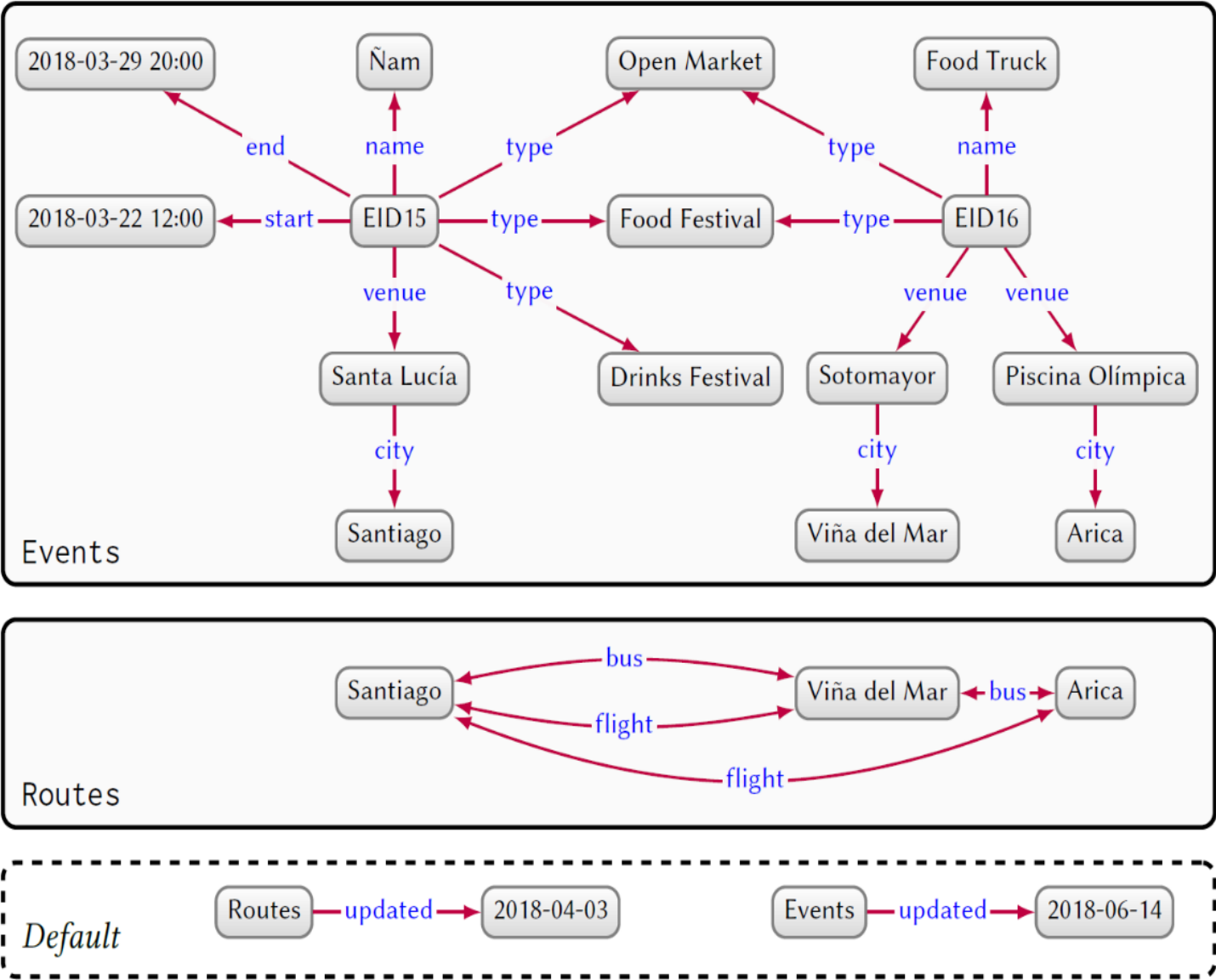
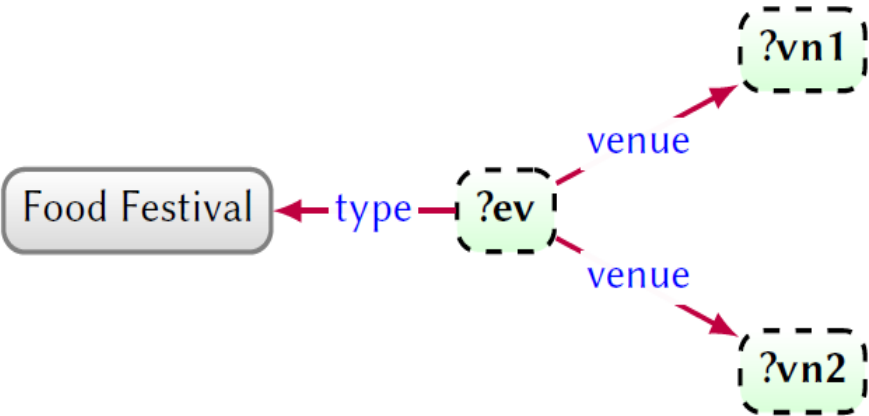


Рис. 5. Набор графовых данных с двумя именованными графами и графом по умолчанию, описывающим события и маршруты

Сложные графовые шаблоны.



?ev	?vn1	?vn2
EID16	Piscina Olímpica	Sotomayor
EID16	Sotomayor	Piscina Olímpica
EID16	Piscina Olímpica	Piscina Olímpica
EID16	Sotomayor	Sotomayor
EID15	Santa Lucía	Santa Lucía

Рис. 6. Графовая модель (слева) с отображениями, сгенерированными на графе Рис. 1 (справа)

Навигационные графовые паттерны

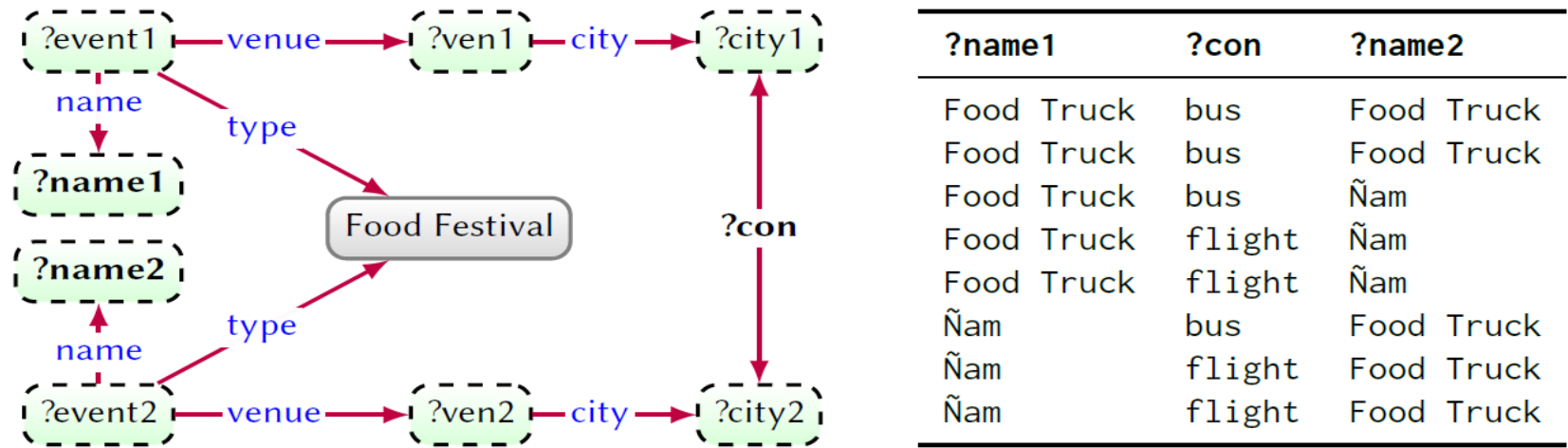


Рис. 7. Конъюнктивный запрос (слева) с отображениями, генерируемыми над графом Рис. 1 (справа)

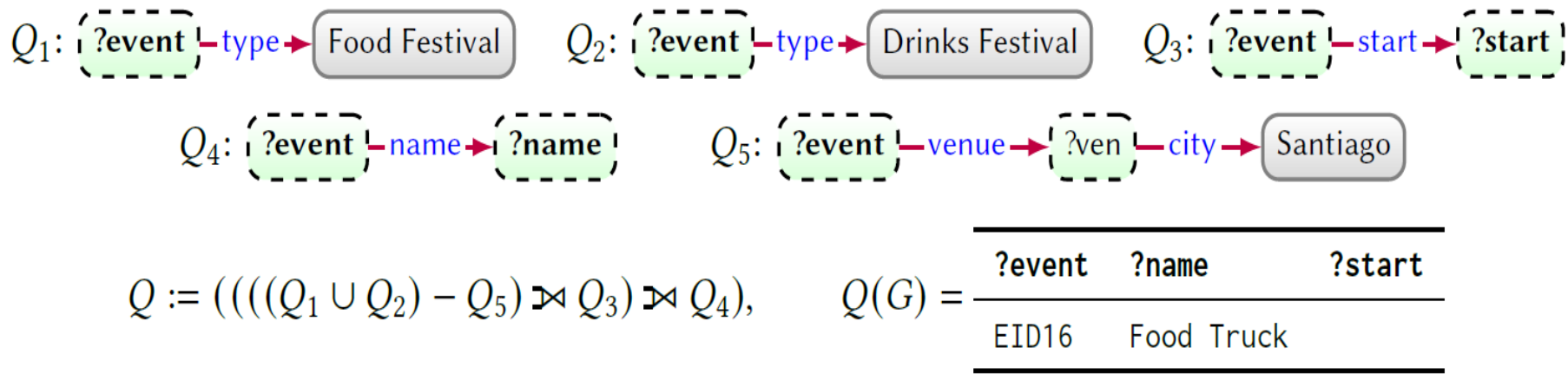


Рис. 8. Сложный графовый паттерн (Q) с отображениями, сгенерированными (Q(G)) над графом Рис. 1 (G)

Навигационные графовые паттерны

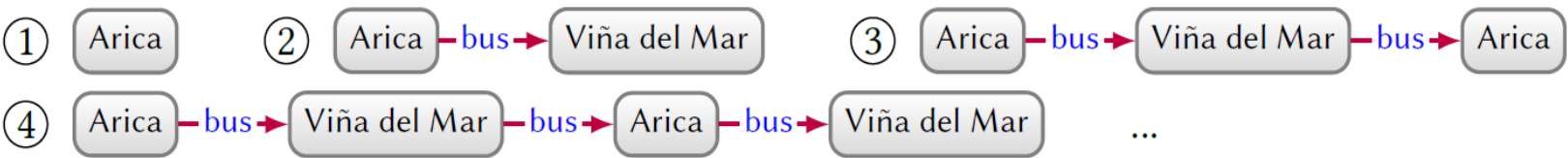


Рис. 9. Некоторые возможные пути сопоставления (Arica, bus*, ?city) на графике Рис. 1

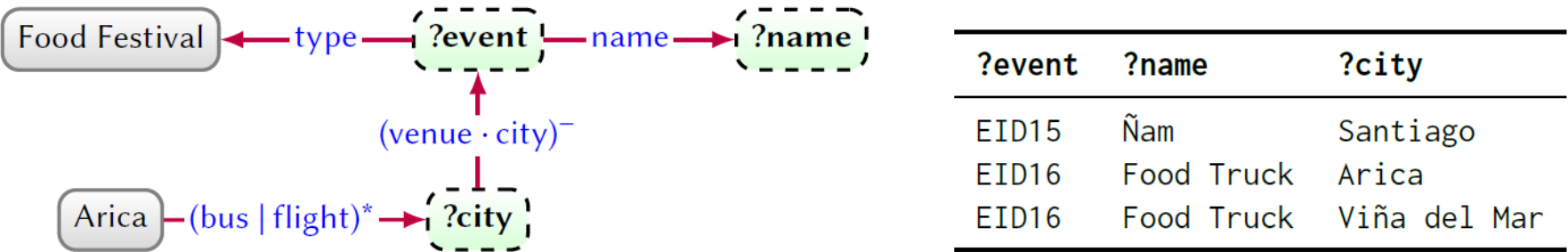


Рис. 10. Шаблон навигационного графа (слева) с отображениями, генерируемыми по графу Рис. 1 (справа)



**Схема, идентичность и
контекст в графах знаний**

Семантическая схема

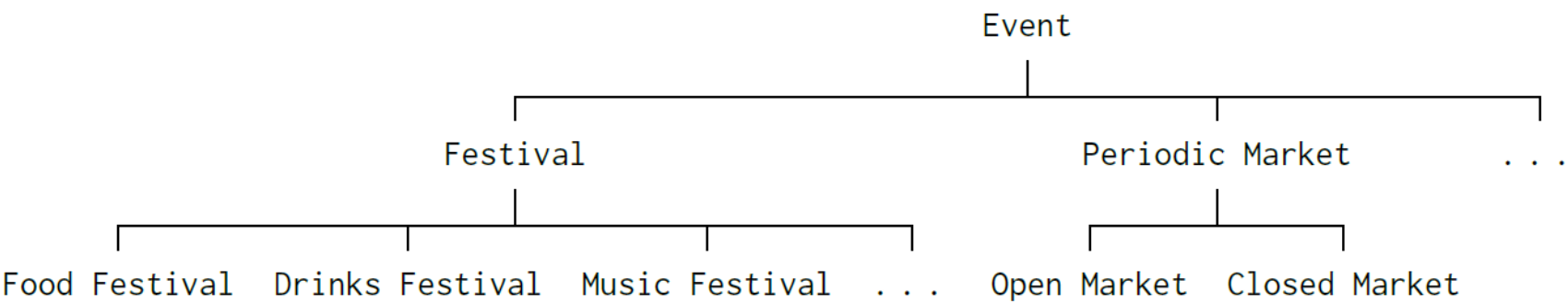


Рис. 11. Пример иерархии классов для события

Таблица 2. Определение признаков подкласса, подсвойства, предметной области и диапазона в семантических схемах

Feature	Definition	Condition	Example
SUBCLASS	$c \text{ --subc. of-- } d$	$x \text{ --type-- } c \text{ implies } x \text{ --type-- } d$	$\text{City} \text{ --subc. of-- } \text{Place}$
SUBPROPERTY	$p \text{ --subp. of-- } q$	$x \text{ --} p \text{-- } y \text{ implies } x \text{ --} q \text{-- } y$	$\text{venue} \text{ --subp. of-- } \text{location}$
DOMAIN	$p \text{ --domain-- } c$	$x \text{ --} p \text{-- } y \text{ implies } x \text{ --type-- } c$	$\text{venue} \text{ --domain-- } \text{Event}$
RANGE	$p \text{ --range-- } c$	$x \text{ --} p \text{-- } y \text{ implies } y \text{ --type-- } c$	$\text{venue} \text{ --range-- } \text{Venue}$

Валидирующая схема

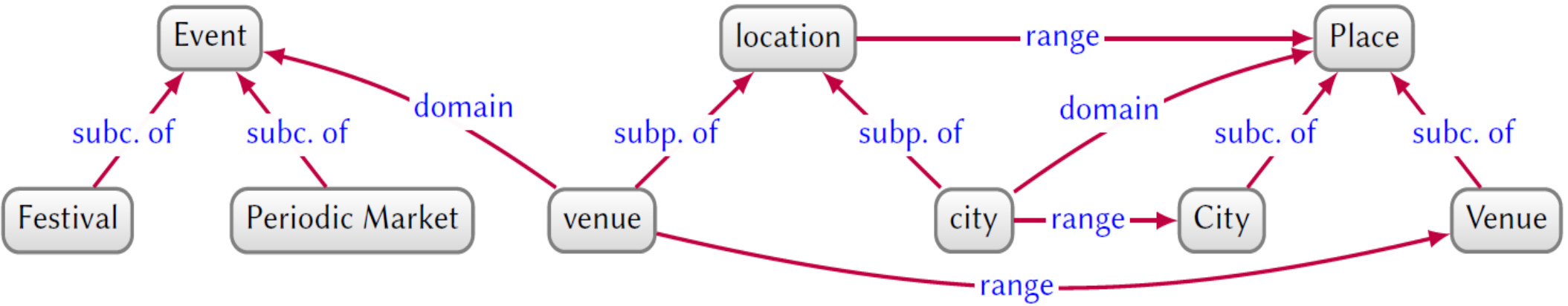


Рис. 12. Пример графа схемы, описывающего подклассы, подсвойства, домены и диапазоны

Валидирующая схема

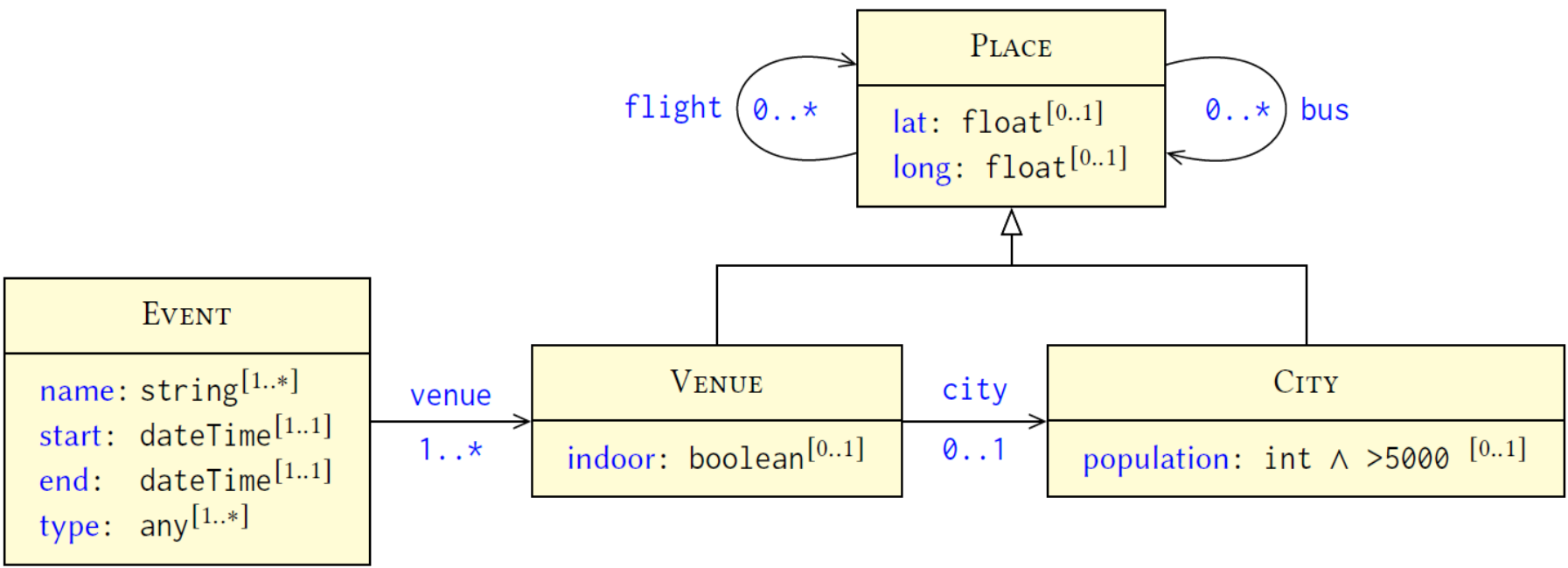


Рис. 13. Пример графа схемы, изображенной в виде UML- диаграммы классов

Производная схема

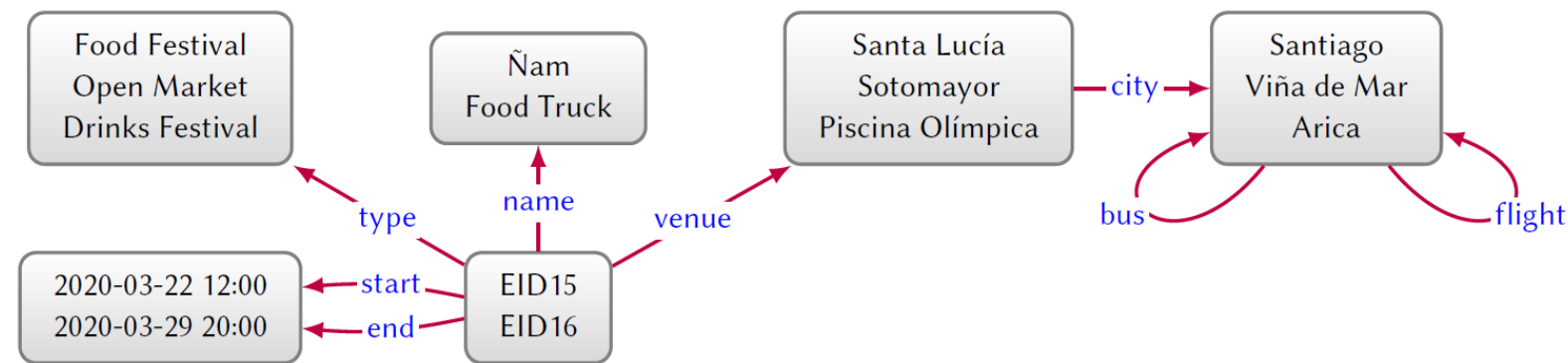


Рис. 14. Пример факторного графа, имитирующего граф данных на рис. 1

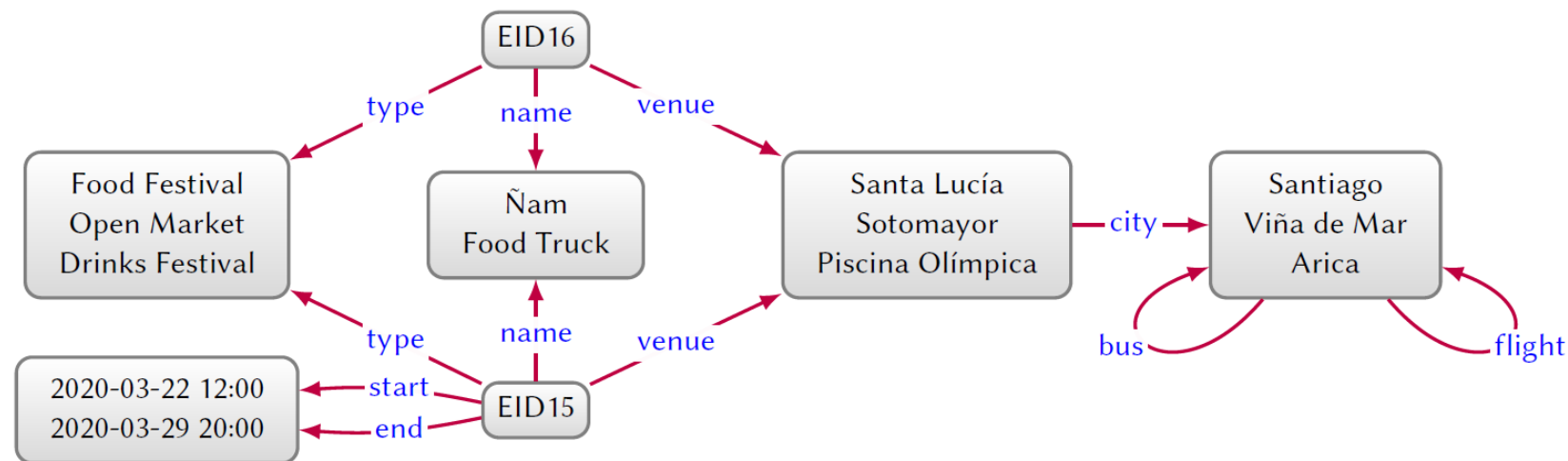


Рис. 15. Пример факторного графа с двойным сходством, имитирующего граф данных на Рис. 1

Идентичность

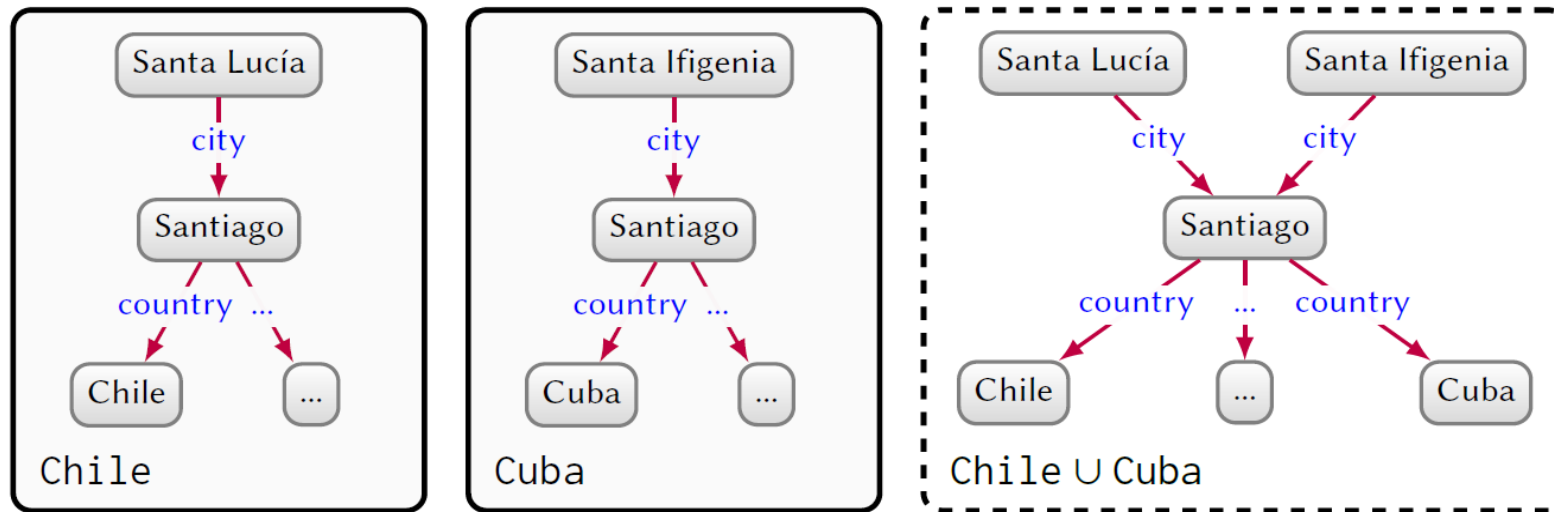


Рис. 16. Результат слияния двух графов с неоднозначными локальными идентификаторами



Идентичность

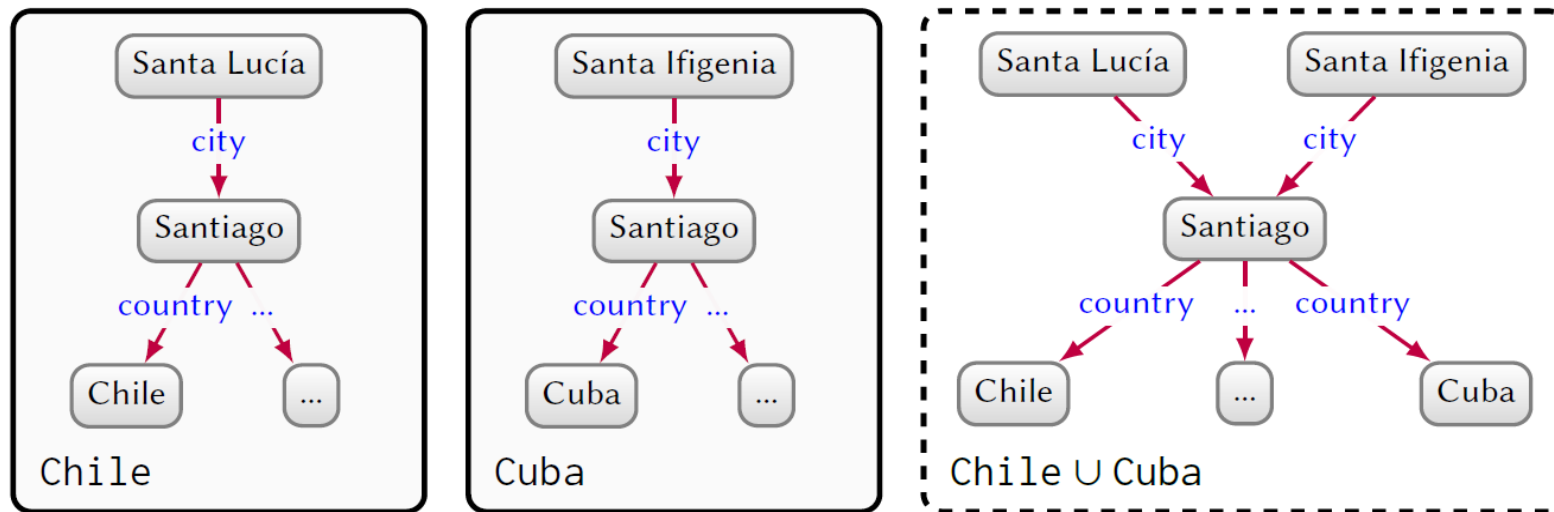


Рис. 16. Результат слияния двух графов с неоднозначными локальными идентификаторами



Лексикализация / Экзистенциальные узлы

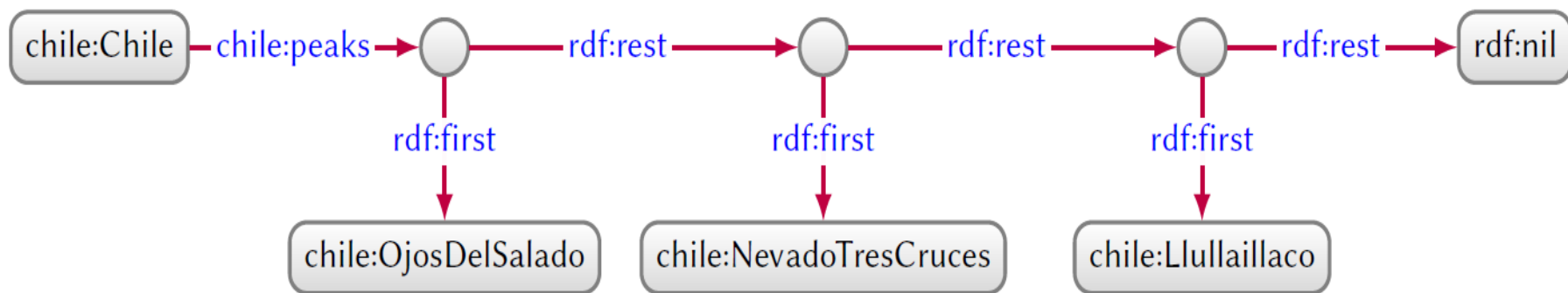


Рис. 17. Список RDF, представляющий три самые большие вершины Чили, в порядке убывания



Представление с увеличением числа аргументов

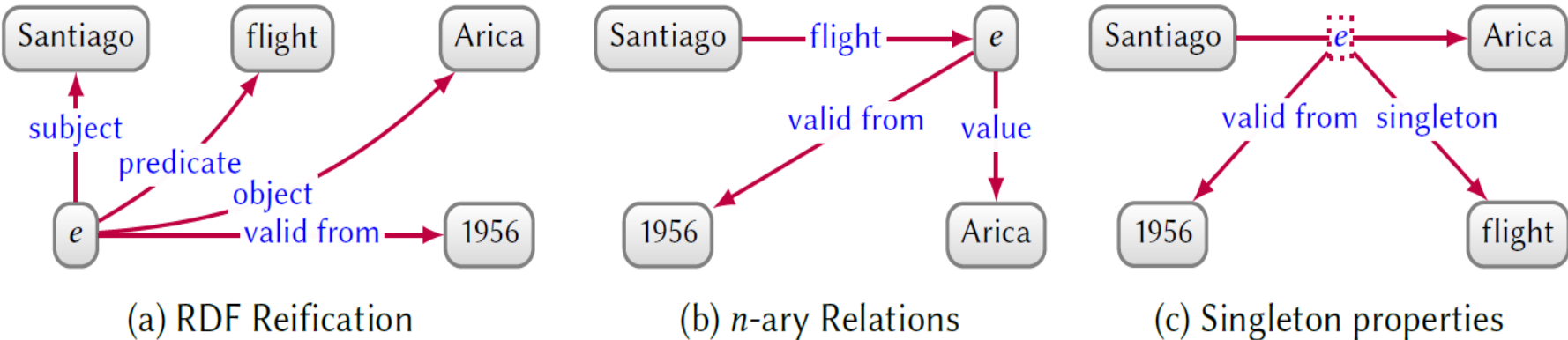


Рис. 18. Три представления временного контекста на ребре в направленном графе с именованными ребрами

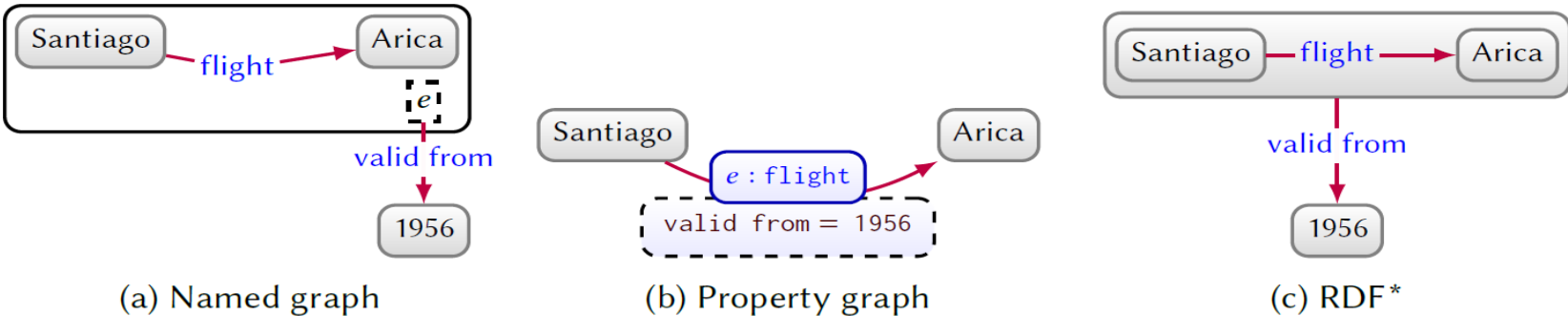


Рис. 19. Три представления с увеличением числа аргументов временного контекста для ребра

Представление с увеличением числа аргументов

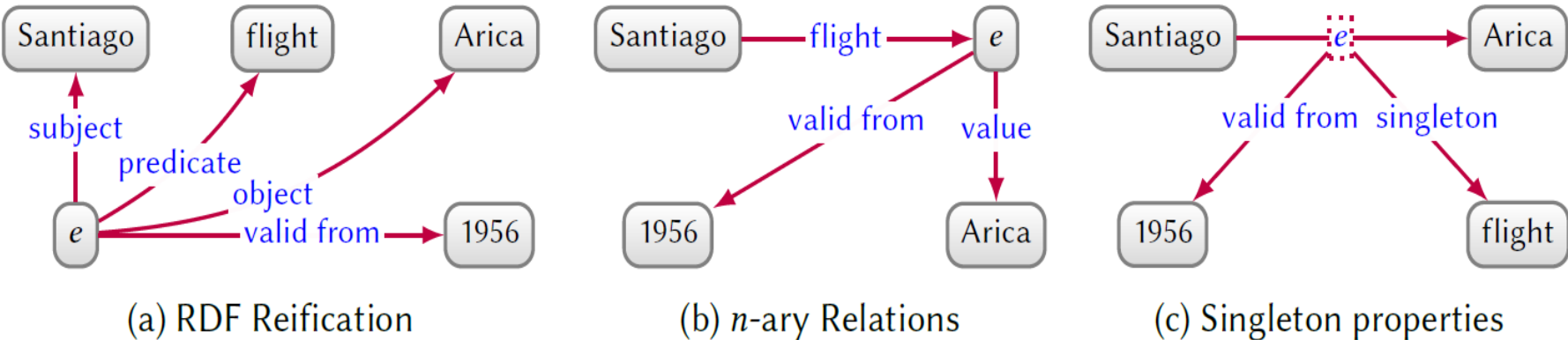


Рис. 18. Три представления временного контекста на ребре в направленном графе с именованными ребрами

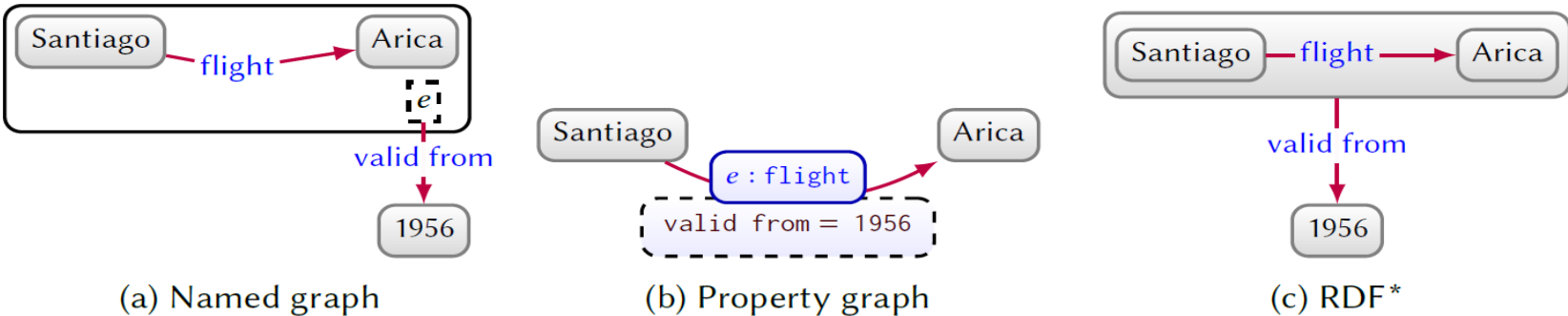


Рис. 19. Три представления с увеличением числа аргументов временного контекста для ребра

Аннотации

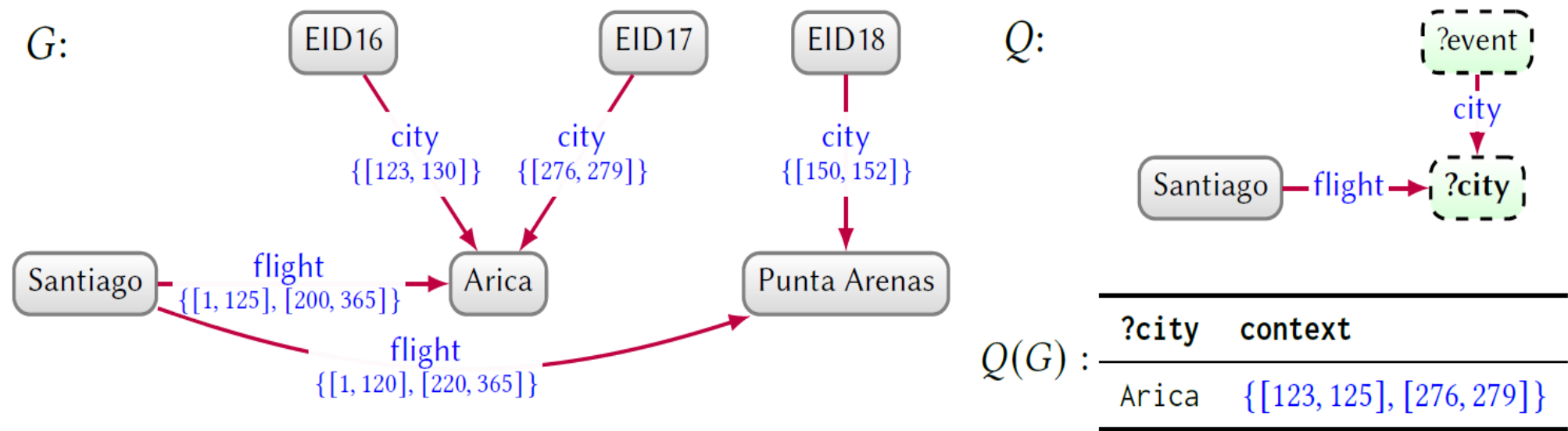


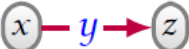
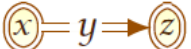
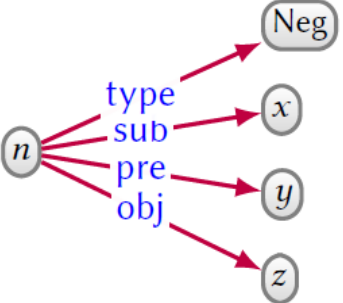
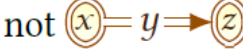
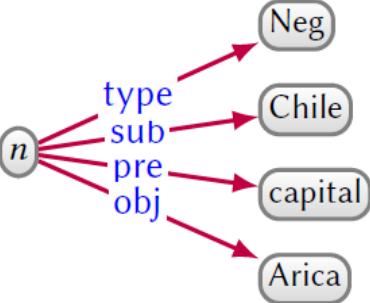
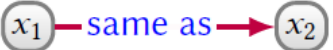
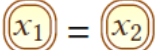
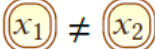
Рис. 20. Пример запроса на временном аннотированном графе



Дедуктивные знания

Онтологии

Таблица 3. Особенности онтологии для людей

Feature	Axiom	Condition	Example
ASSERTION			
NEGATION			
SAME AS			
DIFFERENT FROM			

Онтологии

Таблица 4. Особенности онтологии для аксиом свойств

Feature	Axiom	Condition (for all x_*, y_*, z_*)	Example
SUBPROPERTY	p -subp. of q	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ implies $\hat{x}=q \Rightarrow \hat{y}$	venue -subp. of $\rightarrow$ location
DOMAIN	p -domain $\rightarrow c$	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ implies $\hat{x}=\text{type} \Rightarrow \hat{c}$	venue -domain $\rightarrow$ Event
RANGE	p -range $\rightarrow c$	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ implies $\hat{y}=\text{type} \Rightarrow \hat{c}$	venue -range $\rightarrow$ Venue
EQUIVALENCE	p -equiv. p. $\rightarrow q$	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ iff $\hat{x}=q \Rightarrow \hat{y}$	start -equiv. p. $\rightarrow$ begins
INVERSE	p -inv. of $\rightarrow q$	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ iff $\hat{y}=q \Rightarrow \hat{x}$	venue -inv. of $\rightarrow$ hosts
DISJOINT	p -disj. p. $\rightarrow q$	not $\hat{x} \begin{smallmatrix} \xrightarrow{q} \hat{y} \\ \xrightarrow{p} \hat{y} \end{smallmatrix}$	venue -disj. p. $\rightarrow$ hosts
TRANSITIVE	p -type $\rightarrow$ Transitive	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}=p \Rightarrow \hat{z}$ implies $\hat{x}=p \Rightarrow \hat{z}$	part of -type $\rightarrow$ Transitive
SYMMETRIC	p -type $\rightarrow$ Symmetric	$\hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}$ iff $\hat{y}=p \Rightarrow \hat{x}$	nearby -type $\rightarrow$ Symmetric
ASYMMETRIC	p -type $\rightarrow$ Asymmetric	not $\hat{x} \begin{smallmatrix} \xleftarrow{p} \hat{y} \\ \xrightarrow{p} \hat{y} \end{smallmatrix}$	capital -type $\rightarrow$ Asymmetric
REFLEXIVE	p -type $\rightarrow$ Reflexive	$\hat{x} \xleftarrow{p} \hat{x}$	part of -type $\rightarrow$ Reflexive
IRREFLEXIVE	p -type $\rightarrow$ Irreflexive	not $\hat{x} \xleftarrow{p} \hat{x}$	flight -type $\rightarrow$ Irreflexive
FUNCTIONAL	p -type $\rightarrow$ Functional	$\hat{y}_1 \xleftarrow{p} \hat{x}=p \Rightarrow \hat{y}_2$ implies $\hat{y}_1 = \hat{y}_2$	population -type $\rightarrow$ Functional
INV. FUNCTIONAL	p -type $\rightarrow$ Inv. Functional	$\hat{x}_1=p \Rightarrow \hat{y} \xleftarrow{p} \hat{x}_2$ implies $\hat{x}_1 = \hat{x}_2$	capital -type $\rightarrow$ Inv. Functional
KEY	c -key $\rightarrow \begin{smallmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{smallmatrix}$	$\hat{x}_1 \begin{smallmatrix} \xrightarrow{p_1} \hat{y}_1 \\ \vdots \\ \xrightarrow{p_n} \hat{y}_n \end{smallmatrix} \xrightarrow{\text{type}} \hat{c} \xrightarrow{\text{type}} \hat{x}_2 \begin{smallmatrix} \xleftarrow{p_1} \hat{y}_1 \\ \vdots \\ \xleftarrow{p_n} \hat{y}_n \end{smallmatrix}$ implies $\hat{x}_1 = \hat{x}_2$	City -key $\rightarrow \begin{smallmatrix} \text{lat} \\ \text{long} \end{smallmatrix}$
CHAIN	p -chain $\rightarrow \begin{smallmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_n \end{smallmatrix}$	$\hat{x}=q_1 \Rightarrow \hat{y}_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow \hat{y}_{n-1}=q_n \Rightarrow \hat{z}$ implies $\hat{x}=p \Rightarrow \hat{z}$	location -chain $\rightarrow$ location part of

Онтологии

Таблица 5. Особенности онтологии для аксиом и определений классов

Feature	Axiom	Condition (for all x_*, y_*, z_*)	Example
SUBCLASS	$c \xrightarrow{\text{subc. of}} d$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ implies $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	City $\xrightarrow{\text{subc. of}}$ Place
EQUIVALENCE	$c \xrightarrow{\text{equiv. c.}} d$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	Human $\xrightarrow{\text{equiv. c.}}$ Person
DISJOINT	$c \xrightarrow{\text{disj. c.}} d$	not $\langle c \rangle \leftarrow \text{type} \langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	City $\xrightarrow{\text{disj. c.}}$ Region
COMPLEMENT	$c \xrightarrow{\text{comp.}} d$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff not $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	Dead $\xrightarrow{\text{comp.}}$ Alive
UNION	$c \xrightarrow{\text{union}} \begin{matrix} d_1 \\ \vdots \\ d_n \end{matrix}$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d_1 \rangle$ or $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d_2 \rangle$ or $\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d_n \rangle$	Flight $\xrightarrow{\text{union}}$ DomesticFlight InternationalFlight
INTERSECTION	$c \xrightarrow{\text{inter.}} \begin{matrix} d_1 \\ \vdots \\ d_n \end{matrix}$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle \xrightarrow{\text{type}} \langle d_1 \rangle$ $\langle x \rangle \xrightarrow{\text{type}} \langle d_2 \rangle$ $\langle x \rangle \xrightarrow{\text{type}} \langle d_n \rangle$	SelfDrivingTaxi $\xrightarrow{\text{inter.}}$ Taxi SelfDriving
ENUMERATION	$c \xrightarrow{\text{one of}} \begin{matrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix}$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle \in \{ \langle x_1 \rangle, \dots, \langle x_n \rangle \}$	EUState $\xrightarrow{\text{one of}}$ Austria $\vdots$ Sweden
SOME VALUES	$c \xrightarrow{\text{prop some}} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff there exists $\langle a \rangle$ such that $\langle x \rangle = p \Rightarrow \langle a \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	EUCitizen $\xrightarrow{\text{prop some}}$ nationality EUState
ALL VALUES	$c \xrightarrow{\text{prop all}} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff for all $\langle a \rangle$ with $\langle x \rangle = p \Rightarrow \langle a \rangle$ it holds that $\langle a \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle$	Weightless $\xrightarrow{\text{prop all}}$ has part Weightless
HAS VALUE	$c \xrightarrow{\text{prop value}} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle = p \Rightarrow \langle y \rangle$	ChileanCitizen $\xrightarrow{\text{prop value}}$ nationality Chile
HAS SELF	$c \xrightarrow{\text{prop self}} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\langle x \rangle = p \Rightarrow \langle x \rangle$	SelfDriving $\xrightarrow{\text{prop self}}$ driver true
CARDINALITY $\star \in \{=, \leq, \geq\}$	$c \xrightarrow{\text{prop } \star} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\# \{ \langle a \rangle \mid \langle x \rangle = p \Rightarrow \langle a \rangle \} \star n$	Polyglot $\xrightarrow{\text{prop } \geq}$ fluent 2
QUALIFIED CARDINALITY $\star \in \{=, \leq, \geq\}$	$c \xrightarrow{\text{prop class } \star} p$	$\langle x \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle c \rangle$ iff $\# \{ \langle a \rangle \mid \langle x \rangle = p \Rightarrow \langle a \rangle = \text{type} \Rightarrow \langle d \rangle \} \star n$	BinaryStarSystem $\xrightarrow{\text{prop class } =}$ body Star 2

Рассуждения (Reasoning)

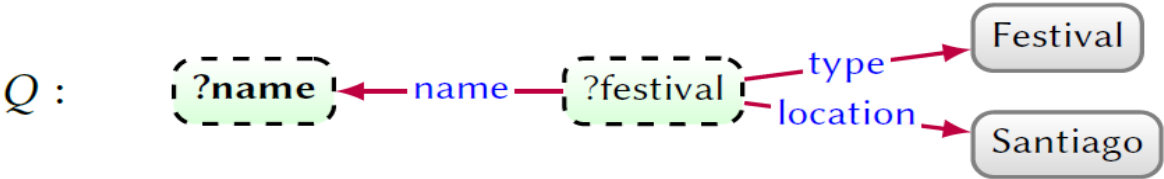


Рис. 21. Графовая модель запроса названий фестивалей в Сантьяго

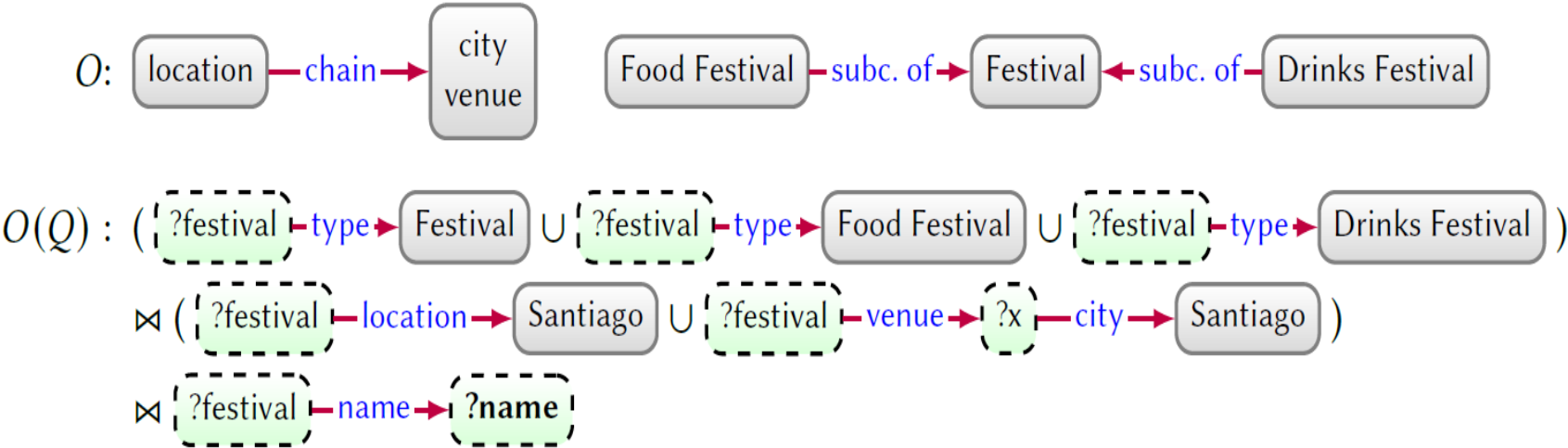
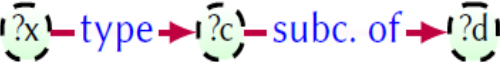
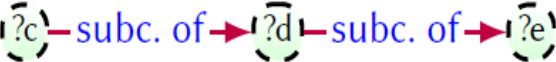
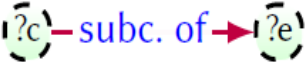
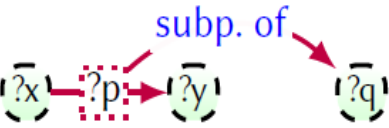
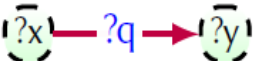
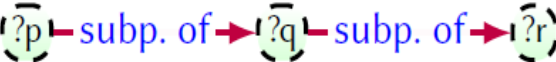
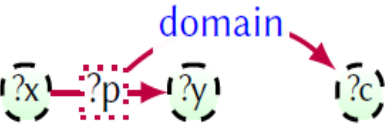


Рис. 22. Пример перезаписи запроса для запроса Q на рис. 21

Рассуждения (Reasoning)

Таблица 6. примеры правил для объектов подкласса, подсвойства, домена и диапазона

Feature	Body	⇒	Head
SUBCLASS (I)		⇒	
SUBCLASS (II)		⇒	
SUBPROPERTY (I)		⇒	
SUBPROPERTY (II)		⇒	
DOMAIN		⇒	
RANGE		⇒	

Рассуждения (Reasoning)

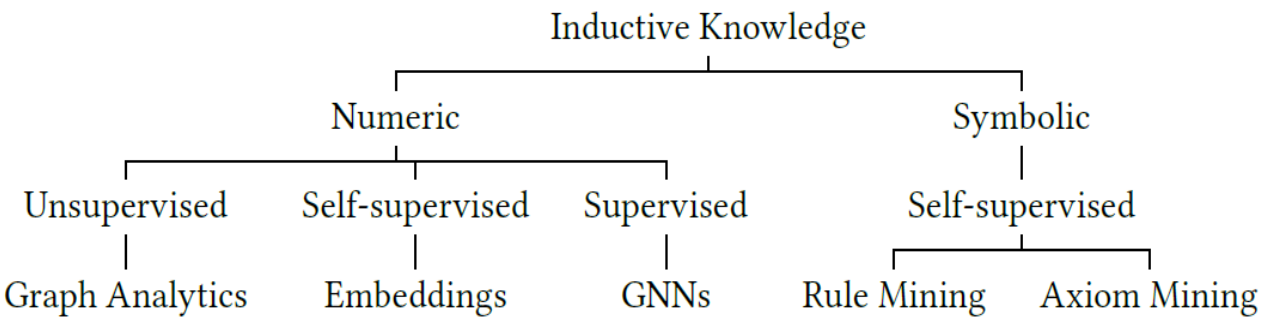


Рис. 23. Концептуальный обзор индуктивных методов построения графов знаний с точки зрения типа генерируемого представления (числовое/символьное) и типа используемой парадигмы (бесконтрольное/Самоконтролируемое/контролируемое).

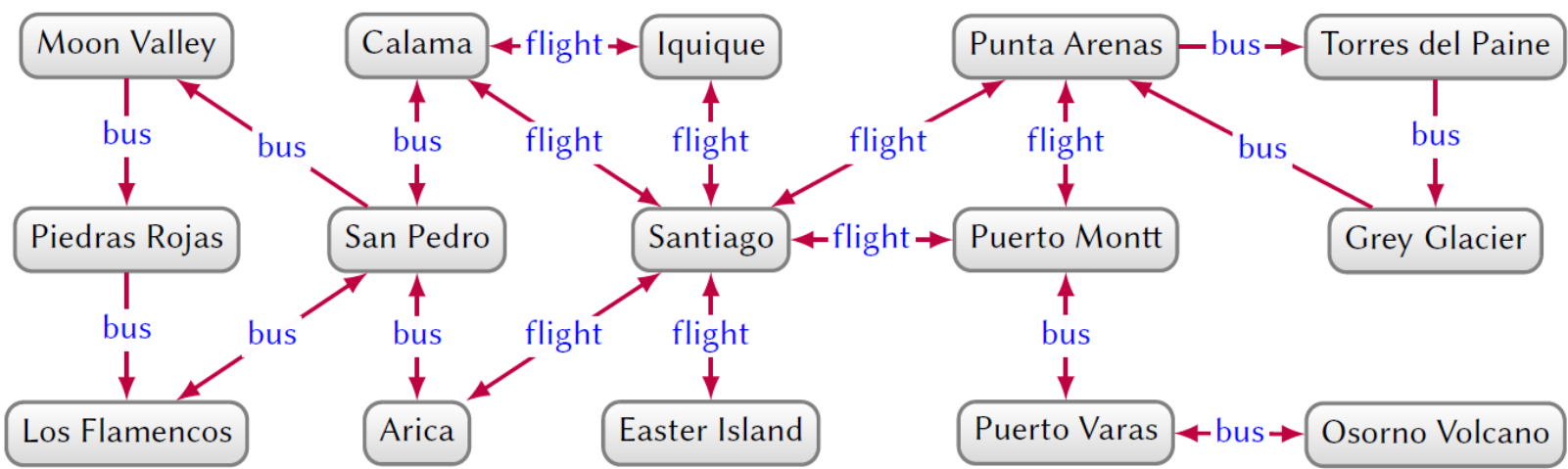


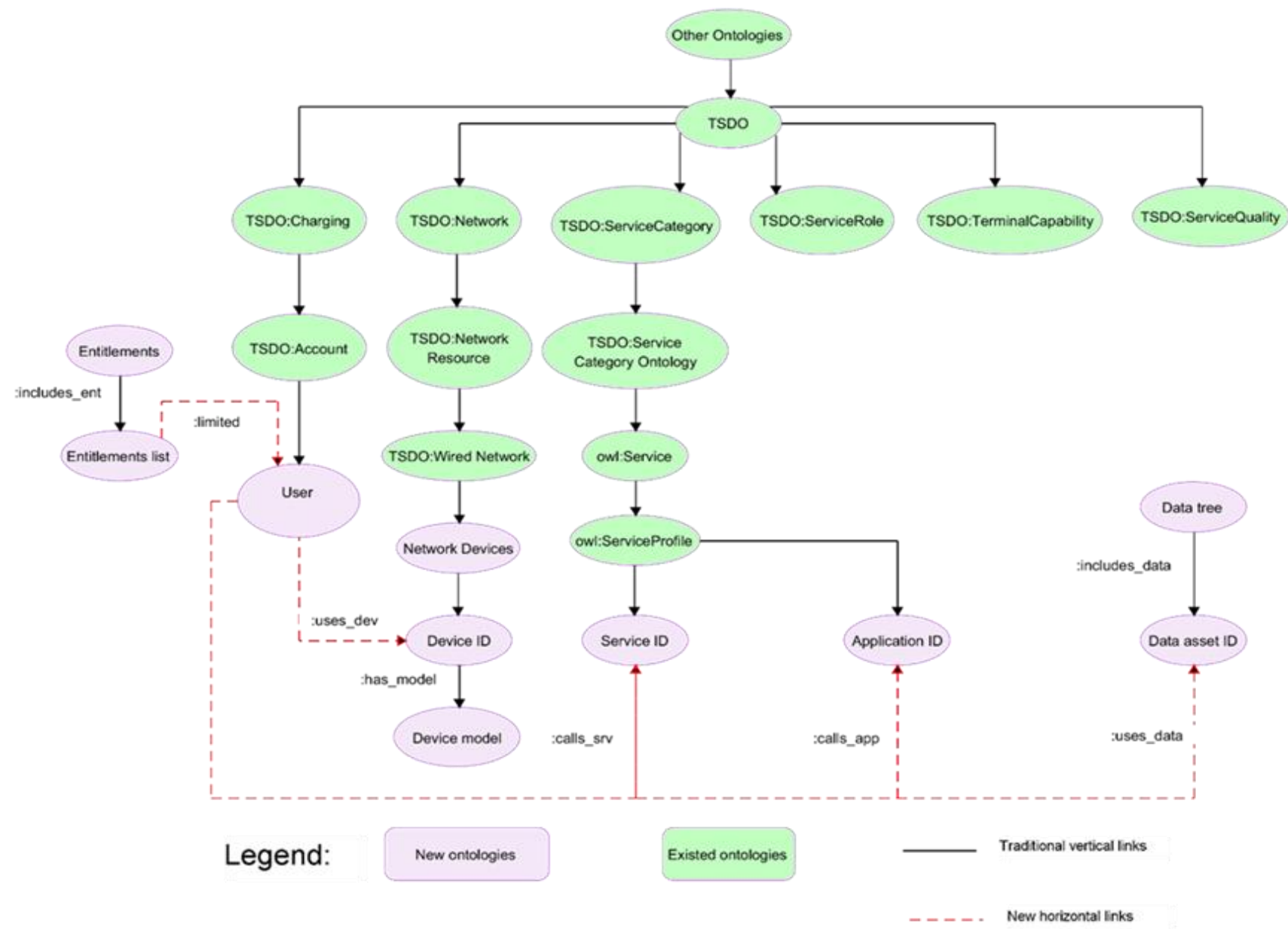
Рис. 24. Граф данных, представляющий транспортные маршруты в Чили



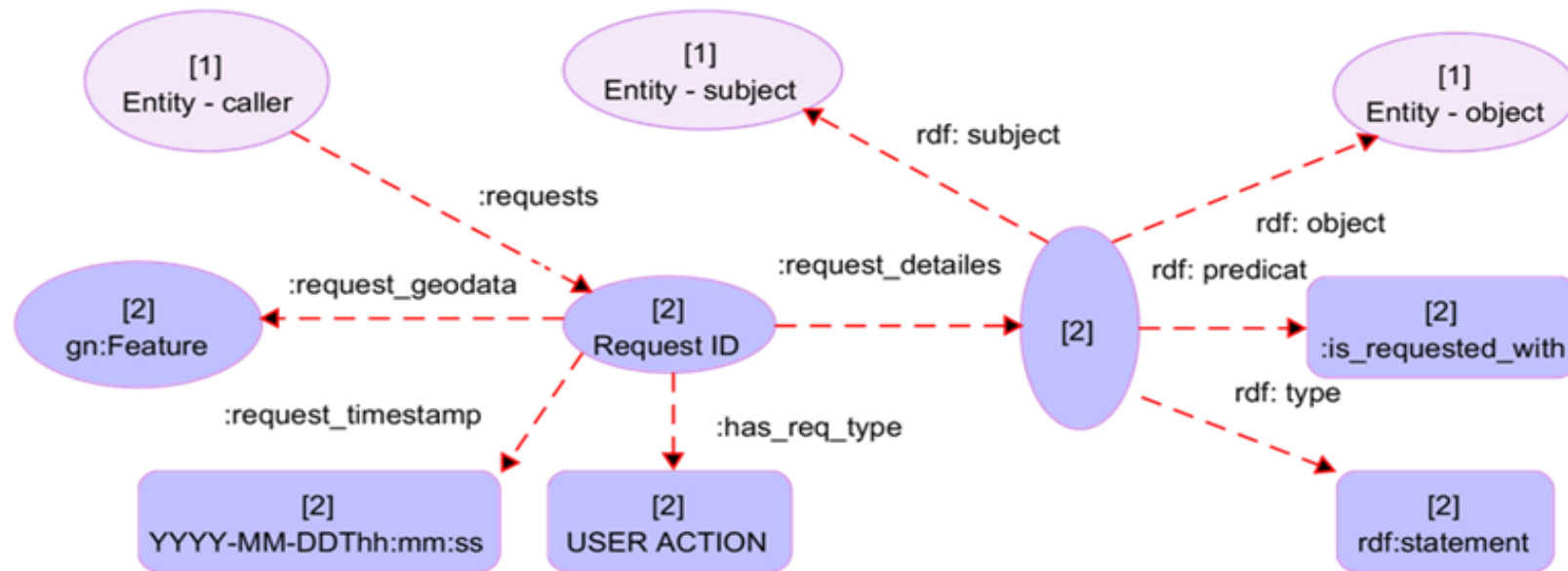
Практический пример.

**Мониторинг
телекоммуникационной сети.**

Статическая часть графа знаний (структура)



Динамическая часть графа знаний (структура)



Legend:

[1]
Static part of the model

[2]
Dynamic part of the model

Решаемая задача

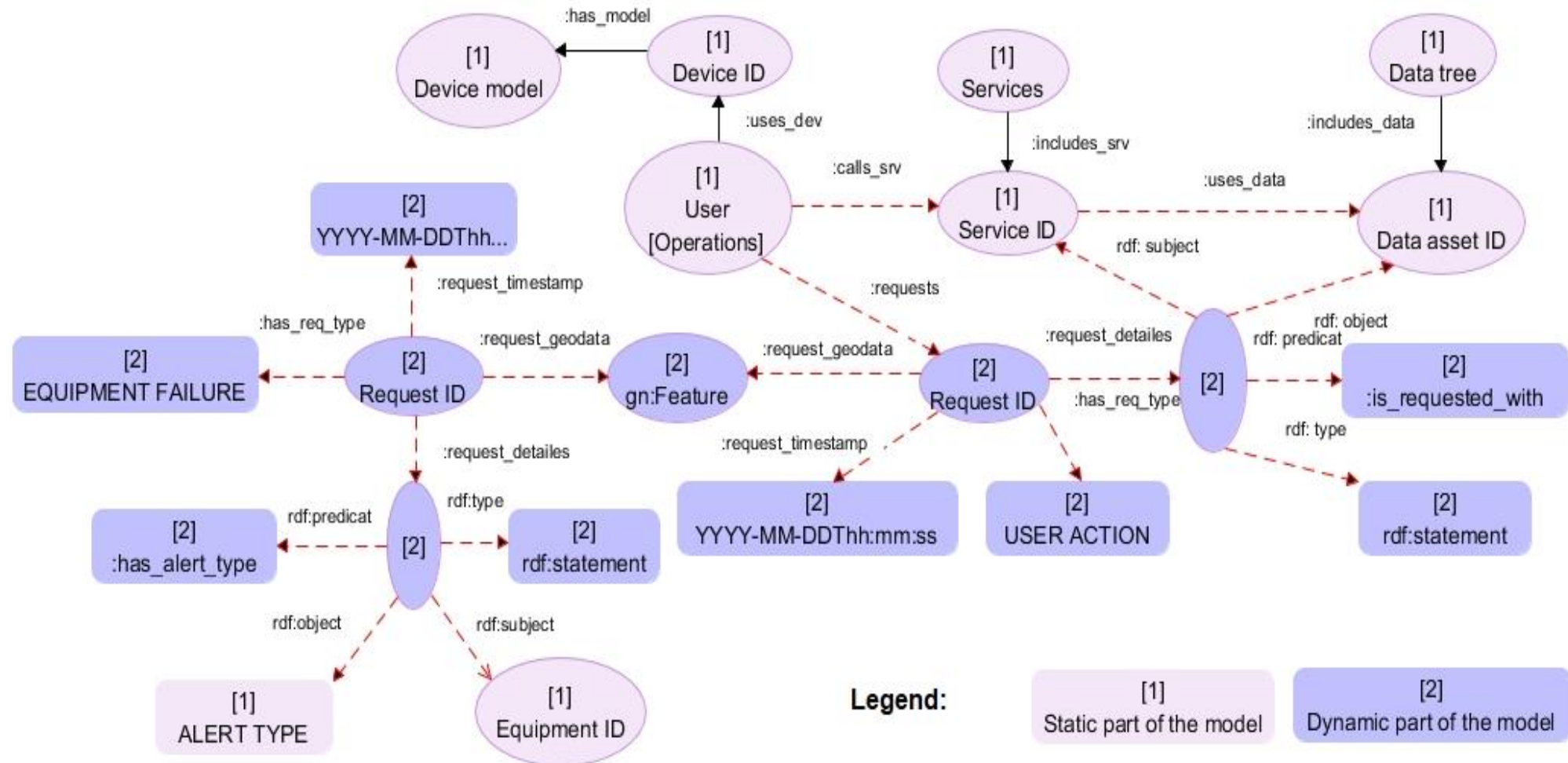
Требуется проанализировать частоту вызова сервиса со стороны конечных пользователей.

Исходные данные: Телеком сеть предоставляет услуги голосовой связи, передачи данных и кабельного ТВ. Устройства стационарные и мобильные. Во время вызова сервиса, устройства передают параметры используемого сервиса, время использования и географические данные устройства. Параллельно происходит мониторинг аварий на сети с передачей геоданных об аварийном устройстве.

Задача: Получить данные о частоте вызова сервисов в следующих разрезах:

- Период времени
- Модели пользовательских устройств
- Район города

Динамическая часть графа знаний (структура)



Модель статической части ГЗ

```
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--Hubs definitions-->
8   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Hub_1/'>
9     <my:has_id>H1</my:has_id>
10  </rdf:Description>
11   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Hub_2/'>
12     <my:has_id>H2</my:has_id>
13  </rdf:Description>
14   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Hub_3/'>
15     <my:has_id>H3</my:has_id>
16  </rdf:Description>
17
18   <!--Device models definitions-->
19   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_model_1/'>
20     <my:has_id>Moto2k</my:has_id>
21  </rdf:Description>
22   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_model_2/'>
23     <my:has_id>Cisco3260</my:has_id>
24  </rdf:Description>
25   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_model_3/'>
26     <my:has_id>ArrisWB11</my:has_id>
27  </rdf:Description>
28   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_model_4/'>
29     <my:has_id>ArrisWB20</my:has_id>
30  </rdf:Description>
31
32   <!--Tariffs definitions-->
33   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Tariff_1/'>
34     <my:has_id>Promo</my:has_id>
35  </rdf:Description>
36   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Tariff_2/'>
37     <my:has_id>Basic</my:has_id>
38  </rdf:Description>
39   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Tariff_3/'>
40     <my:has_id>Advance</my:has_id>
41  </rdf:Description>
42   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Tariff_4/'>
43     <my:has_id>Advance+</my:has_id>
44  </rdf:Description>
45   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Tariff_5/'>
46     <my:has_id>Profi</my:has_id>
47  </rdf:Description>
48
49   <!--Services definitions-->
50   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Service_1/'>
51     <my:has_id>WatchTV</my:has_id>
52  </rdf:Description>
53   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Service_2/'>
54     <my:has_id>VOD</my:has_id>
55  </rdf:Description>
56   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Service_3/'>
57     <my:has_id>nPVR</my:has_id>
58  </rdf:Description>
59   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Service_4/'>
60     <my:has_id>PPV</my:has_id>
61  </rdf:Description>
62
63 </rdf:RDF>
```

Модель статической части ГЗ (продолжение)

```
1 <?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--Device definitions-->
8   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_1/'>
9     <my:has_id>D1</my:has_id>
10    <my:is_connected_to_hub>H1</my:is_connected_to_hub>
11    <my:has_the_device_model>Cisco3260</my:has_the_device_model>
12  </rdf:Description>
13  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_2/'>
14    <my:has_id>D2</my:has_id>
15    <my:is_connected_to_hub>H2</my:is_connected_to_hub>
16    <my:has_the_device_model>ArrisWB20</my:has_the_device_model>
17  </rdf:Description>
18  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_3/'>
19    <my:has_id>D3</my:has_id>
20    <my:is_connected_to_hub>H2</my:is_connected_to_hub>
21    <my:has_the_device_model>Moto2k</my:has_the_device_model>
22  </rdf:Description>
```

```
1 <?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--Asset definitions-->
8   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Asset_1/'>
9     <my:has_id>Asset1</my:has_id>
10    <my:has_description>Asset_number_1</my:has_description>
11  </rdf:Description>
12  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Asset_2/'>
13    <my:has_id>Asset2</my:has_id>
14    <my:has_description>Asset_number_2</my:has_description>
15  </rdf:Description>
16  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Asset_3/'>
17    <my:has_id>Asset3</my:has_id>
18    <my:has_description>Asset_number_3</my:has_description>
19  </rdf:Description>
```

```
1 <?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--User definitions-->
8   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/User_1/'>
9     <my:has_id>U1</my:has_id>
10    <my:uses_device>D1</my:uses_device>
11  </rdf:Description>
12  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/User_2/'>
13    <my:has_id>U2</my:has_id>
14    <my:uses_device>D2</my:uses_device>
15  </rdf:Description>
16  <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/User_3/'>
17    <my:has_id>U3</my:has_id>
18    <my:uses_device>D3</my:uses_device>
19  </rdf:Description>
```

Модель динамической части ГЗ

```
1 <?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--User action definitions Type-1-->
8
9   <rdf:Description rdf:about = 'http://127.0.0.1/Request_U1/'>
10    <my:request_timestamp rdf:datatype = 'http://www.w3.org/2001/XMLSchema#datetime'>2020-02-03T21:46:28
11    </my:request_timestamp>
12    <my:request_geodata><rdf:Description rdf:about = 'https://sws.geonames.org/8504953/'
13    ></rdf:Description></my:request_geodata>
14    <my:has_req_type>USER_ACTION</my:has_req_type>
15  </my:request_details>
16 </rdf:Description>
17 <rdf:type>:statement</rdf:type>
18 <rdf:predicat>:is_requested_with</rdf:predicat>
19 <rdf:subject>nPVR</rdf:subject>
20 <rdf:object><rdf:Description rdf:about = 'http://127.0.0.1/Asset_326/'></rdf:Description></rdf:object>
21 </rdf:Description>
22 </my:request_details>
23 </my:requests>
24 <rdf:Description rdf:about = 'http://127.0.0.1/User_128816/' >
25 </rdf:Description>
```

```
1 <?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
4   xmlns:vCard='http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#'
5   xmlns:my='http://127.0.0.1/bg/ont/test1#'
6 >
7   <!--User action definitions Type-2-->
8   <rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Request_A1/'><my:request_timestamp rdf:datatype=
9   'http://www.w3.org/2001/XMLSchema#datetime'>2020-02-01T23:04:43</my:request_timestamp>
10   <my:request_geodata><rdf:Description rdf:about='https://sws.geonames.org/546105/'></rdf:Description></my:request_geodata>
11   <my:has_req_type>EQUIPMENT_FAILURE</my:has_req_type>
12 </my:request_details>
13 <rdf:Description>
14   <rdf:type>:statement</rdf:type>
15   <rdf:predicat>:has_alert_type</rdf:predicat>
16   <rdf:subject><rdf:Description rdf:about='http://127.0.0.1/Device_693654/'></rdf:Description></rdf:subject>
17   <rdf:object>STB_out_of_memory</rdf:object>
18 </rdf:Description>
19 </my:request_details>
20 </rdf:Description>
```

Request #1

- Date: 2020-02-01
- Event type: USER_ACTION
- Device model: Moto2k
- City district:
<<https://sws.geonames.org/8504951/>>

#SPARQL REQUEST #1:

PREFIX rdf: <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>>

PREFIX rdfs: <<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>>

PREFIX xsd: <<http://www.w3.org/2001/XMLSchema>>

PREFIX my: <<http://127.0.0.1/bg/ont/test1#>>

SELECT *

WHERE

{

?Device my:has_the_device_model "Moto2k" .

?Device my:has_id ?Device_id .

?User my:uses_device ?Device_id .

?Request_ID my:request_timestamp ?Date .

FILTER contains(?Date, "2020-02-01") .

?Request_ID my:requests ?User .

?Request_ID my:has_req_type "USER_ACTION" .

?Request_ID my:request_geodata <<https://sws.geonames.org/8504951/>>

.

?Request_ID my:request_details ?Details_ID .

?Details_ID rdf:subject ?Request_subject .

?Details_ID rdf:object ?Request_object .

}

Request #2

- Date: 2020-02-01
- Event type: EQUIPMENT_FAILURE
- City district:
<https://sws.geonames.org/8504951/>

#SPARQL REQUEST #2:

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema>

PREFIX my: <http://127.0.0.1/bg/ont/test1#>

SELECT *

WHERE

{

?Request_ID my:request_timestamp ?Date .

FILTER contains(?Date, "2020-02-01") .

?Request_ID my:has_req_type "EQUIPMENT_FAILURE" .

?Request_ID my:request_geodata <https://sws.geonames.org/8504951/> .

?Request_ID my:request_details ?Details_ID .

?Details_ID rdf:subject ?Request_subject .

?Details_ID rdf:object ?Request_object .

}

Request #3

- Date: 2020-02-01
- Event type: All event types
- Device model: All models

City district: <https://sws.geonames.org/8504951>

#SPARQL REQUEST #3:

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema>

PREFIX my: <http://127.0.0.1/bg/ont/test1#>

SELECT *

WHERE

{

?Request_ID my:request_timestamp ?Date .

FILTER contains(?Date, "2020-02-01") .

?Request_ID my:request_geodata <https://sws.geonames.org/8504951/> .

?Request_ID my:request_details ?Details_ID .

?Details_ID rdf:subject ?Request_subject .

?Details_ID rdf:object ?Request_object .

}

Благодарю за внимание