

第1回ナレッジグラフ推論チャレンジ2018 応募シート

■ チーム名：上小田中411

■ メンバー：

- 動機：松下京群
- 機会：金子貴美, 吉川和
- 手段：小林賢司, 小柳佑介
- 全体取りまとめ：鵜飼孝典, 西野文人, 織田充

■ 所属：株式会社富士通研究所

■ メールアドレス：ugai@jp.fujitsu.com

推論・推論過程の説明

- 次の3つの観点で条件を満たす登場人物を犯人とする
 - 動機がある
 - 機会がある
 - 方法がある
- それぞれについて、追加・変更したナレッジと判断に用いた推論規則を説明する
- 次のページより、動機、機会、方法のそれぞれについて、概要を以下の構成で説明する
 - 基本方針
 - 追加した知識、修正した知識
 - 推論規則
 - 処理系による実行履歴
- すべてのリソースは、<https://github.com/KGChallenge/Challenge>にて公開している

動機がある人

■ 基本方針

- 犯罪白書を参考に殺人動機のおントロジを作成
- 殺人動機が生じる状況を動機ごとにルール化・推論
- 各動機を持つ際に殺害したい人物が存在するか検証

■ 追加した知識、修正した知識

- 殺人動機のおントロジ / 家族・友人関係のおントロジ / 登場人物の家族・友人関係 / 本文中から得られる知識

■ 推論規則

- 動機ごとに作成したルールから動機を持つ人物を推論
 - 推論した人物に殺害したい人物が存在するか検証
- 以上を満たす人物にtripleで動機を持つことを表す情報を付与

■ 処理系による実行履歴

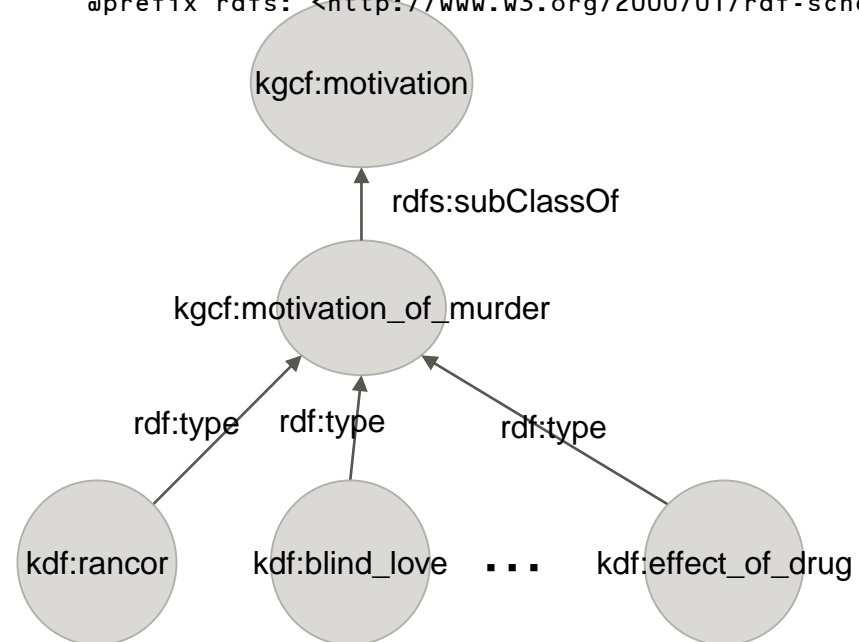
- 後述

■ 犯罪白書を参考に殺人動機のオントロジを作成

■ 殺人の動機 分類

- 怨恨
- 痴情
- 薬物の作用等
- 自己顕示
- 防衛・護身
- 服従・迎合
- 信条・信念
- 生活充当
- 遊興費充当
- その他(今回は省いた)

```
@prefix kgc: <http://kgc.knowledge-graph.jp/ontology/kgc.owl#> .  
@prefix kd: <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/> .  
@prefix kgcf: <http://kgchallenge.github.io/ontology/#> .  
@prefix kdf: <http://kgchallenge.github.io/data/#> .  
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
```



■ 殺人の動機を持つ人は...

- 何らかの事象が起きると お金を得る or 失う 可能性のある人
- 明確な誰かから恐怖や肉体的 or 精神的苦痛を与えられている人
- 親密な人が亡くなっていて、亡くなった原因となる人物の予測がついている人

※ 殺人の動機を持つシチュエーションは
3つ以外にも考えられるが今回は未実装

【ルール：親密な人が亡くなっていて、亡くなった原因となる人物の予測がついている人】

```
CONSTRUCT {  
  $this kgcf:hasMotivation kgcf:rancor ;  
  kgcf:want_to_kill ?killer .  
}  
WHERE {  
  VALUES ?pred_of_think {kd:suspect} .  
  ?subclass_of_sence rdfs:subClassOf kgc:Scene .  
  # 誰かが死んだシーン  
  ?die_situation a ?subclass_of_sence ;  
    kgc:hasPredicate kd:die ;  
    kgc:subject ?dead_person .  
  # 死人と近い関係にあった人  
  ?relation_of_close_person a kgcf:relation_of_family .  
  $this ?relation_of_close_person ?dead_person .  
  # 殺人犯に当たりがついているか  
  ?think_situatoin a ?subclass_of_sence ;  
    kgc:hasPredicate ?pred_of_think ;  
    ...  
  ...  
}
```


■ 追加した知識、修正した知識

■ 家族・友人関係のナレッジ / 登場人物の家族・友人関係

- 追加した理由: 親密な関係を持つ人物を判断するため
- ex)
kd:Royslott agrelon:hasChildInlaw kd:Helen .

■ 本文中にある記述(オリジナルのKGになかった部分)

- 追加した理由: 動機の有無を判断する上で重要な記述だと考えたため
- ex)
kdf:_023 a kgc:Situation ;
kgc:source "村の人々はすっかりおびえてしまい、"@ja ;
kgc:subject kd:villager_of_Stoke_Moran ;
kgc:hasPredicate kd:beScared;
kgc:whom kd:Royslott .

動機：処理系による実行例

【実行コマンド】

```
$ sh run_inference.sh
```

【実行結果】

```
$ cat output/merged.output.ttl
<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott>
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#hasMotivation>
    <http://kgchallenge.github.io/data/#greed_for_money> ;
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#want_to_kill>
    <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Julia> ,
    <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Helen> .

<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Helen>
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#hasMotivation>
    <http://kgchallenge.github.io/data/#self_defence> ;
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#want_to_kill>
    <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott> .

<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/villager_of_Stoke_Moran>
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#hasMotivation>
    <http://kgchallenge.github.io/data/#self_defence> ;
  <http://kgchallenge.github.io/ontology/#want_to_kill>
    <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott> .
```

【実行時間】 1.5s

【要約】

ロイロット は “金欲” のために ジュリア と ヘレン を殺す可能性がある
村人 は “自己防衛” のために ロイロット を殺す可能性がある
ヘレン は “自己防衛” のために ロイロット を殺す可能性がある

■ できていないこと

- 殺人の動機につながる金銭授受と一般的な支払などで生じるもののとの区別

■ 気づき

- 明記されていないが推測したい情報のナレッジ化 をどうするか
 - ・「ヘレンはロイロットをよく思っていない」と明記されていないが本文から推測したい
 - 事実だと確定できない内容の扱い をどうするか
 - ・ 発言という行為は事実だが、発言内容が事実であるかはわからない
 - ・ 発言をすべて事実にすると、嘘をついている可能性を無視してしまう
 - 自然言語での表現の違いはどこまでナレッジ化すべきか
 - ・ 受動 / 能動 で表現される状況(物理的事実)が変わらない場合、RDF上の表現は受動 / 能動 の2つのパターンを表現すべきかどうか
 - ・ 表現によるニュアンスやイメージの違い
 - ・ ex) 私、わたし、ワタシ / 私、僕 / わたし、あたし / 兄 姉、お兄ちゃん お姉ちゃん
- ・ できる限り同じものには同じURIを振って別途状態(オプション)を付加する形で表現したい
 - ・ 付加したオプションまで考える必要がないときは、意識せずに使える形にしておきたい

機会がある人

■ 基本方針

- 事件当夜に犯行可能な人を犯人候補として絞り込む
- 時間の繋がり・空間の繋がり の2つの観点から処理を検討

■ 追加した知識、修正した知識

- 穴クラス
- 庭に面した窓の知識
- 記述の統一・修正

■ 推論規則

- 時間: 犯行時刻を仮定し、その時刻(直前)の各人の居場所を列挙する
- 空間: 「通れる穴で接続した場所」の関係をSPARQLを用いて記述し、ある場所から到達可能な場所を辿る

- 事件当夜に犯行可能な人を犯人候補として絞り込む
- 方針: ”犯行現場の候補”に対して、”犯行時刻候補にそこに居られる人”を絞り込む
 - 犯行現場の特定は今回はスコープ外
 - ・ 犯行現場は手段に依存
 - ・ 真の犯行現場: Roylottの部屋
 - 今回は、”Juliaの部屋”を犯行現場候補として実行した
 - ・ 正解: 犯行時にJuliaの部屋に行ける人はいない
- 2つの観点から処理を検討
 - 時間の繋がり: 犯行時刻(直前)に各人が居ることを確認できた場所
 - 空間の繋がり: 各人が居る場所から移動可能な別の場所
 - 組み合わせると...「犯行時刻候補に現場に移動できる人」が絞り込める

- 以下の仮定を置いた上で、各人の事件時の居場所を導出する:
 - ID67「事件当夜、ジュリアの声が聞こえた」を事件発生時とする
 - ID67 の 主語の人物(kgc:subject)は、事件発生時、kgc:where に書かれた場所にいる
 - ID67 と同じ絶対時間(kgc:time)を持つ述語(kgc:hasPredicate)は、事件発生時点で起きたイベント、または、事件発生時点で成立している状態であるとする
 - ID67 と then で後接するものは、事件発生後に起きたこと、または事件発生後に成立したものとして除外する

- ID67 の絶対時間(kgc:time)と同時刻に成立する述語と主語、その主語がいる/ある場所を列挙するクエリ

```
1 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX kgc: <http://kgc.knowledge-graph.jp/ontology/kgc.owl#>
3 PREFIX kd: <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/>
4 SELECT DISTINCT ?id ?source ?predicate ?subj ?where
5 WHERE {
6   BIND(kd:67 as ?event)
7   ?event kgc:when ?crime_time .
8   ?id kgc:when ?crime_time ;
9   kgc:source ?source ;
10  kgc:hasPredicate ?predicate ;
11  kgc:subject ?subj ;
12  kgc:where ?where .
13  ?subj a kgc:Person .
14  FILTER(LANG(?source) = 'ja')
15 MINUS {
16   ?event kgc:then+ ?id .
17 }
18 }
```

ID67 と同じ絶対時間を持つ文
の情報を取得

ID67 と then で後接する、同じ
絶対時間を持つ文を除外

- エンドポイント(<http://lod.hozo.jp/repositories/kgc#query>)を指定して、以下のクエリを入力・実行

```
1 PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
2 PREFIX kgc: <http://kgc.knowledge-graph.jp/ontology/kgc.owl#>
```

各登場人物の居場所が以下であることがわかる:

ジュリア:ジュリアの寝室(ID55, ID103)

ヘレン:ヘレンの寝室(ID67)

ロイロット:ロイロットの寝室(ID53)

ロマ:庭(ID107)

```
16 ?event kgc:then+ ?id .
17 }
18 }
```

5 Results in 10.227 ms

Information

id	source	predicate	subj	where
53	"ロイロットは寝室で起きていた (ジュリア想像) "	wakeUp	Roylott	bedroom_of_Roylott
55	"ジュリアはインドタバコの臭いに悩まされた"	smell	Julia	bedroom_of_Julia
67	"事件当夜, ジュリアの声が聞こえた"	hear	Helen	bedroom_of_Helen
103	"事件当夜, ジュリアは部屋にひとりだった。"	exist	Julia	bedroom_of_Julia
107	"事件当夜, ロマは敷地の中にいた。"	exist	Roma	garden_of_Roylott

■ 今後の課題

■ 事実と思ったこと(推測など)の区別

- ・今回は、ジュリアの憶測である、ID53「ロイロットは寝室で起きていた(ジュリア想像)」を事実として扱っているが、事実と思ったことを区別すると、ID67と同時刻のロイロットの居場所は不明となる
⇒ 前後の居場所の情報などから推論する必要がある

■ 穴クラス

- 各シーンが言及するドアや窓は、実体と対応するインスタンスに置き換えた

```
<http://kgc.knowledge-  
graph.jp/data/SpeckledBand/95>  
  kgc:source  "ジュリアの部屋の窓には旧式の鎧戸が付い  
ている。"@ja ;  
  kgc:subject  
  kdf:window_of_bedroom_of_Julia_gardenside ;  
  ...
```

■ 「庭側の窓は庭に面している」知識

- 「ジュリアの部屋の窓」を
「庭側の窓」「廊下側の窓」で区別
- ダミーのシーンで「庭に面している」ことを
記述

```
kd:dummy1  
  rdf:type      kgc:Situation;  
  kgc:hasPredicate  kd:exist ;  
  kgc:subject  
  kdf:window_of_bedroom_of_Julia_gardenside ;  
  kgc:where      kd:bedroom_of_Julia ;  
  kgc:from        kd:bedroom_of_Julia ;  
  kgc:to          kd:garden_of_Roylott.
```

```
kgcf:Hole a rdfs:Class ;  
  rdfs:subClassOf kgc:Object .
```

```
kgcf:Ventilator a rdfs:Class ;  
  rdfs:subClassOf kgcf:Hole .
```

```
kgcf:Door a rdfs:Class ;  
  rdfs:subClassOf kgcf:Hole .
```

```
kgcf:Window a rdfs:Class ;  
  rdfs:subClassOf kgcf:Hole .
```

```
kgcf:Chimney a rdfs:Class ;  
  rdfs:subClassOf kgcf:Hole .
```

```
kd:door_of_bedroom_of_Julia a kgcf:Door .
```

```
kd>window_of_bedroom_of_Helen a kgcf:Window .
```

```
kd>window_of_bedroom_of_Roylott a kgcf:Window .
```

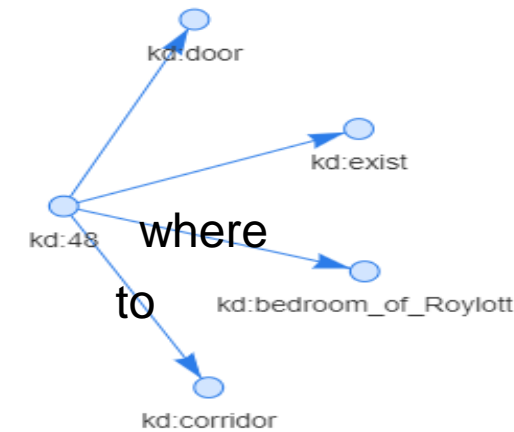
...

```
kdf:door_of_bedroom_of_Roylott  
  rdfs:label "door of bedroom of Roylott"@en;  
  a kgc:Object;  
  a kgcf:Door.
```

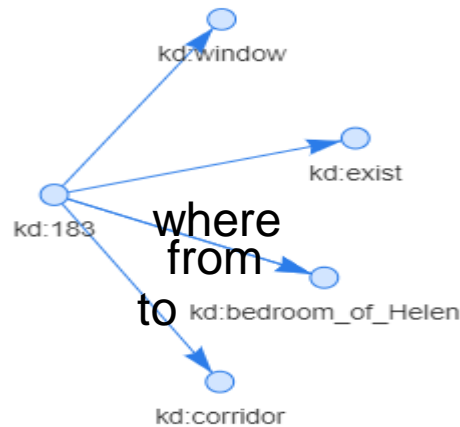
...

■ その他

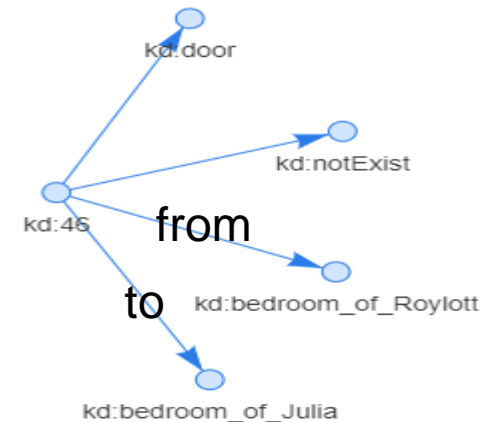
- garden_of_mansion を garden_of_Roylott に統一
- 同じような位置関係の記述方法が複数ある: 中央の表現に統一



全ての寝室は廊下に繋がる



ヘレンの部屋には廊下に向いた窓がある



寝室間にドアはない

■ 未着手

- 「煙突は庭に通じる」という知識

機会(空間)ー推論規則(1)

- 「通れる穴で接続した場所」の関係をSPARQLを用いて記述し、ある場所から到達可能な場所を辿る

- 「通れる穴で接続した場所」の関係

- 穴を介して隣り合う2つの場所を表現するパターン

- ・ 前提: KGに記述の無い穴は存在しないものとする

- 人が通れない穴を表現するパターン(候補から削除する)

- 上記を組み合わせて関係を定義

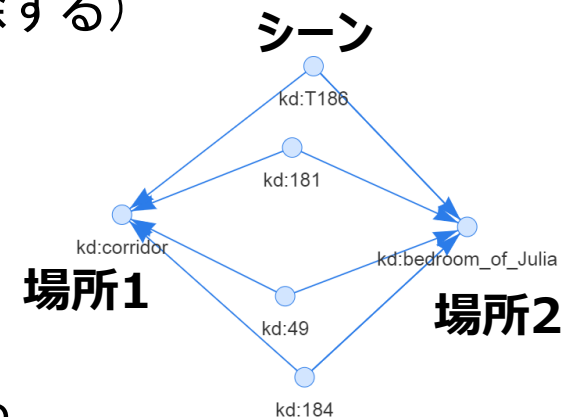
```
CONSTRUCT{  
  ?x kdf:haveOpenHoleTo ?y .  
} WHERE{ (上記の表現パターン) }
```

- 観察: 場所の関係はシーンを中心に記述されている

- 辿る: プロパティー・パス・マッチング

```
SELECT distinct ?s ?t WHERE { ?s kdf:haveOpenHoleTo+ ?t . }
```

- 出力: 場所sと、そこから到達できる場所tのリスト



機会(空間)―推論規則(2)

■ 隣り合っている2つの場所

■ パターン1: 隣接している

```
SELECT distinct ?x ?y ?scene WHERE {  
  ?scene rdf:type ?scenetype .  
  ?scene kgc:subject ?x .  
  { ?scene kgc:hasPredicate kd:exist .  
    ?scene kgc:next_to ?y .  
  } UNION {  
    ?scene kgc:hasPredicate kd:face .  
    ?scene kgc:to ?y . }...}
```

隣に存在する

面している

■ パターン2: 穴で接続している

```
SELECT distinct ?x ?y ?hole ?scene1 WHERE {  
  ?scene1 kgc:subject ?x .  
  ?scene1 kgc:to ?y .  
  ?hole rdf:type kgcf:Hole .  
  ?scene1 kgc:where ?x .  
  ?scene1 kgc:to ?y .  
  }...}
```

統合

SELECT distinct ?x ?y ?hole ?scene WHERE {
 (穴で接続している)

MINUS {通れない穴 パターン1} MINUS {通れない穴 パターン2} MINUS {通れない穴 パターン3}

}
 ?scene1 kgc:where ?x .
 ?scene1 kgc:to ?y .
 }...}

```
SELECT distinct ?hole ?prop ?scene3 WHERE {  
  ?scene3 kgc:hasProperty ?prop .  
  ?scene3 kgc:subject ?hole .  
  ?hole rdf:type kgcf:Hole .  
  filter(?prop in (kd:lock, kd:narrow, kd:close,  
    kd:small, kd:beSmall)) ...}
```

■ 通れない穴

■ パターン1: 人が通れない

```
SELECT distinct ?x ?y ?hole ?being ?scene2 WHERE  
{  
  ?scene2 kgc:subject kd:man .  
  ?scene2 kgc:hasPredicate ?prednotgo .  
  { ?scene2 kgc:from ?x . ?scene2 kgc:to ?y .  
    ... } UNION {  
      ?scene2 kgc:where ?hole .  
      ?hole rdf:type kgcf:Hole . }...}
```

"通れない"を表す述語

■ パターン2: 穴が障害物で塞がっている

```
SELECT distinct ?hole ?obstacle ?scene WHERE {  
  ?scene kgc:subject ?obstacle .  
  ?scene kgc:to ?hole .  
  ?hole rdf:type kgcf:Hole .  
  ?obstacle rdf:type kgc:Object . ...}
```

■ パターン3: 穴の性質(鍵がかかっている、狭い、閉まっている)

機会(空間)ー処理系による実行履歴(1)

■ コマンド

「通れる穴で接続した場所」の関係

```
sparql --data=merged.ttl --query query.txt > openhole.ttl
```

各地点から辿る

s=[開始地点]

```
echo "From ${s} man can go to:"
```

```
bin/sparql --data=openhole.ttl --results=CSV --query <(sparql_path $s) | sed '1d'
```

```
CONSTRUCT{  
  ?x kdf:haveOpenHoleTo ?y .  
} WHERE{ (上記の表現パターン) }
```

```
SELECT distinct ?s ?t WHERE  
{ ?s kdf:haveOpenHoleTo+ ?t . }
```

■ Helen, Royslott, Roma のいた3地点を開始地点として設定

```
<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Helen> # Helen: Helen の寝室  
<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Roylott> # Royslott: Royslott の寝室  
<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/garden_of_Roylott> # Roma: 屋敷の庭
```

■ 0. 「通れない」条件の適用無し(穴を介して繋がっている全地点が通れるとする)

■ 結果: 各部屋、廊下は互いに行き来できる

```
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Helen> man can go to:  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/corridor  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Julia  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/garden\_of\_Roylott  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Roylott  
(以下略)
```

機会(空間)―処理系による実行履歴(2)

■ 1. 「パターン1: 人が通れない」「パターン2: 穴が障害物で塞がっている」を適用

- 各部屋から窓を通して廊下に出る可能性を排除(まだドアを通して出られる)
- 「庭側の窓が鎧戸で閉ざされている」で、庭との行き来を排除

```
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Helen> man can go to:  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/corridor  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Julia  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Roylott  
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Roylott> man can go to:  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Julia  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/corridor  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Helen  
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/garden_of_Roylott> man can go to:
```

■ 2. さらに、「パターン3: 穴の性質(鍵がかかっている、狭い、閉まっている)」を適用

- Juliaの部屋のドアは閉まっており、廊下と行き来できない
- RoylottとJuliaの部屋間の通風口は小さく、人は通れない

誰もJuliaの部屋に行けない

```
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Helen> man can go to:  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/corridor  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Roylott  
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom_of_Roylott> man can go to:  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/corridor  
http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/bedroom\_of\_Helen  
From <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/garden_of_Roylott> man can go to:
```


■ 時刻の考慮

- 今回は、あるシーンで記述されている状態全てを「事件当時の状態」とみなして処理している
- しかし、場所同士の接続関係や穴の通過可否は、**本来時間に応じて変化する**
- 例：
 - Juliaは**事件直前**にドアを閉め、ロックした←それ以前はドアを通ることができた
 - RoylottとJuliaの部屋間に通風口が空いたのは**事件前**である
- そのため、“犯行時刻における”接続関係を、**変化や状態を示すシーンの時間 (“kgc:time”)** を利用するなどして取得する必要がある

手段がある人

■ 基本方針

- 事件当夜の被害者や現場の様子から、殺害方法を絞り込み、それら殺害方法を実現するために必要な／関連するモノを所有する人が「手段がある人」

■ 追加した知識

- 殺害方法オントロジー
 - ・ 殺害方法の種類、供用物(凶器など)、被害者に与える影響(症状、傷)、殺害方法や供用物の関連物を体系化
- 事件当日のジュリアの症状を絞り込むために、104シチュエーションに「whenプロパティ」を追加
- 殺害オントロジーのクラスと推論チャレンジKGの各オブジェクトの関係

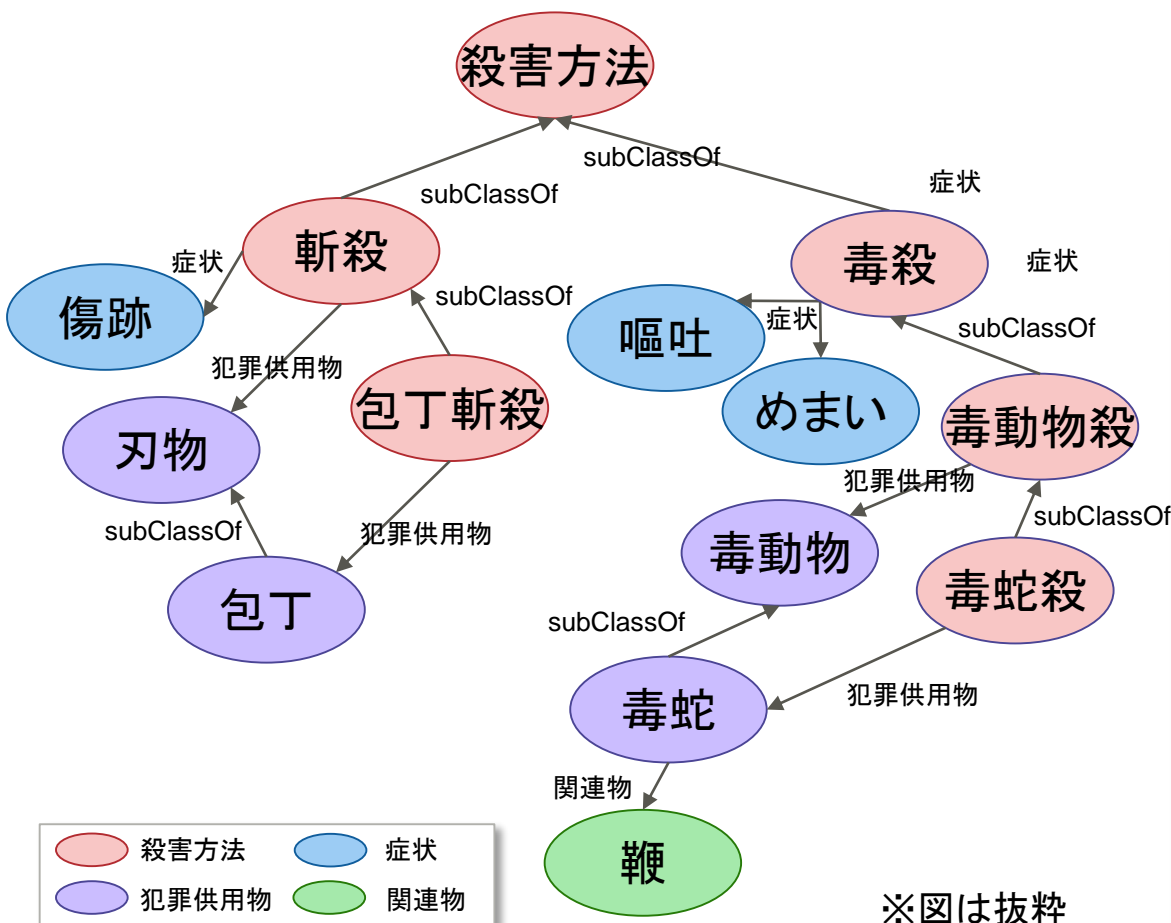
■ 推論規則

- 殺害方法オントロジーを使用して、事件当夜の被害者や現場の様子から、殺害方法を絞り込む
- 絞り込んだ殺害方法に対して、実行可能な人物を導出

■ 処理系による実行履歴

■ 殺害方法オントロジー

- 殺害方法の種類、供用物(凶器など)、被害者に与える症状、殺害方法や供用物の関連物を体系化



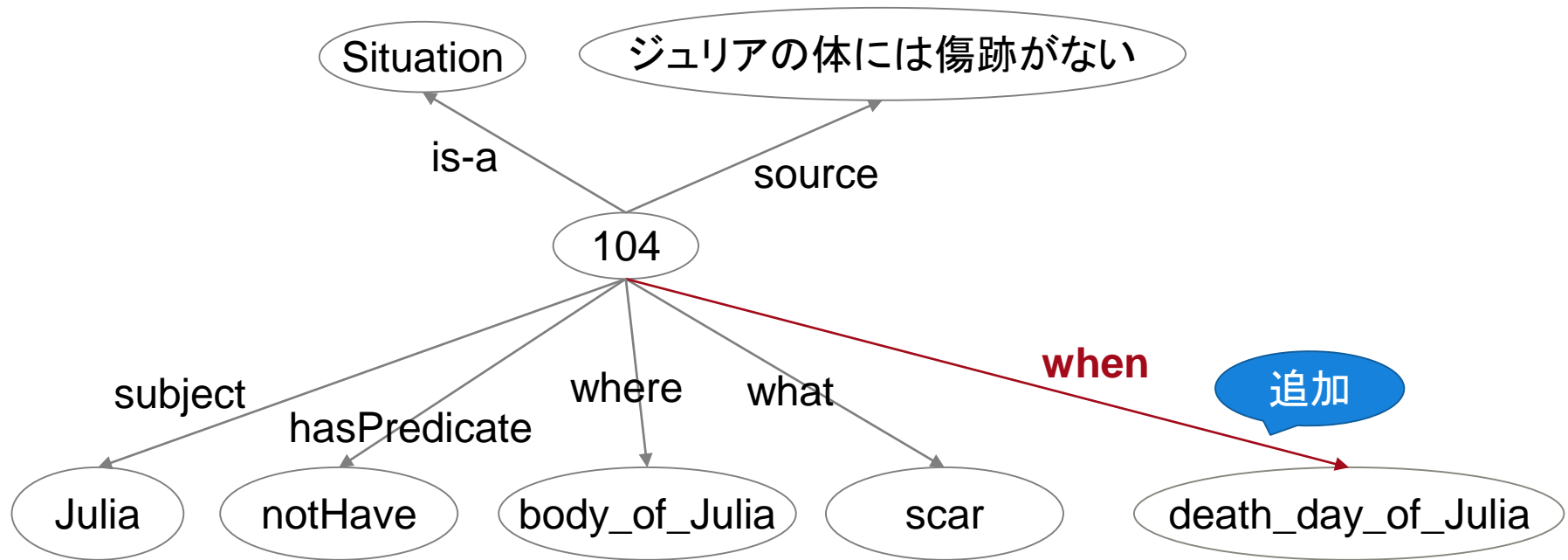
※図は抜粋

```
kgcf:斬殺 rdf:type owl:Class ;
rdfs:subClassOf kgcf:殺害方法 ,
[ rdf:type owl:Restriction ;
  owl:onProperty kgcf:hasOffensiveWeapon ;
  owl:someValuesFrom kgcf:刃物
] ,
[ rdf:type owl:Restriction ;
  owl:onProperty kgcf:hasSymptom ;
  owl:someValuesFrom kgcf:傷跡
] ;
rdfs:label "SwordKilling"@en ,
"斬殺"@ja .
kgcf:包丁斬殺 rdf:type owl:Class ;
rdfs:subClassOf kgcf:斬殺 ,
[ rdf:type owl:Restriction ;
  owl:onProperty kgcf:hasOffensiveWeapon ;
  owl:someValuesFrom kgcf:包丁
] ;
rdfs:label "SwordKillingByKitchenKnife"@en ,
"包丁斬殺"@ja .
```

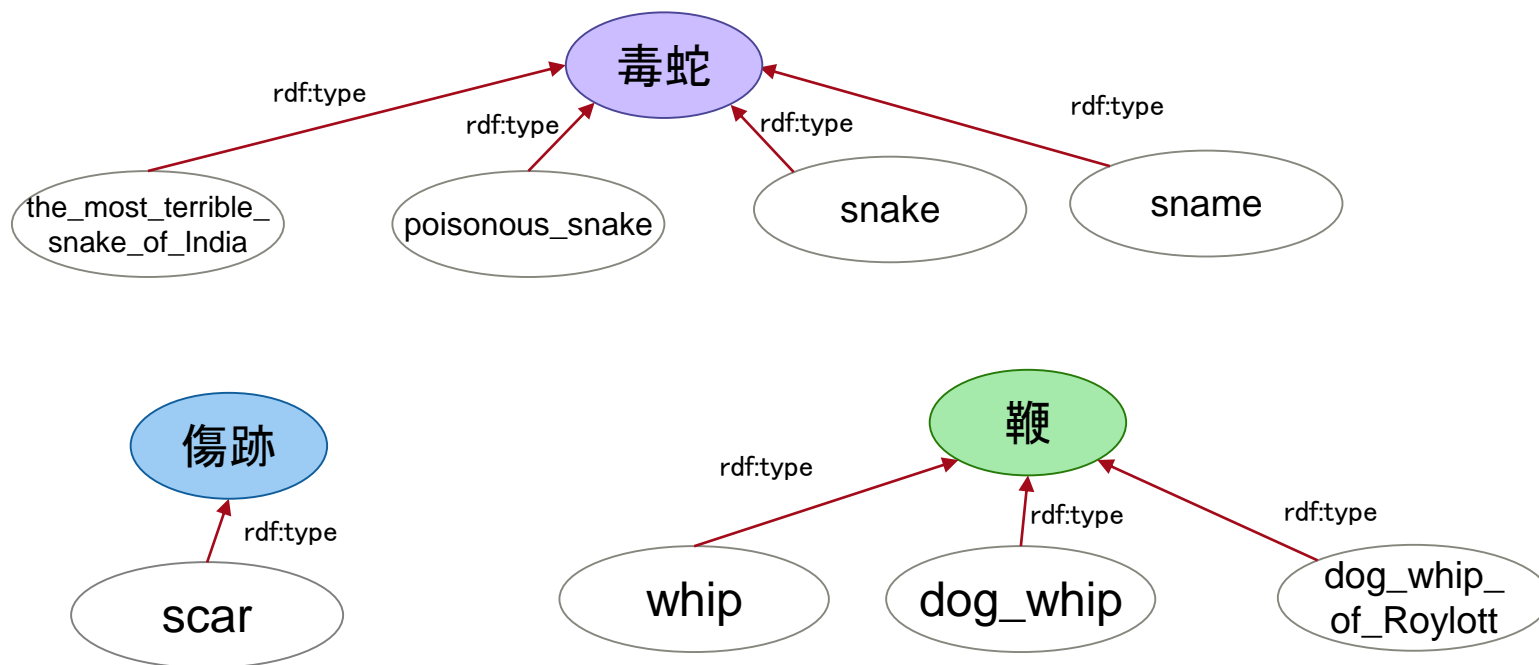
■ 殺害方法は、Webや辞書から調査した

殺害方法	説明
斬殺（ざんさつ）	供用物：刃物、作用：斬る、殺すこと。
撲殺（ぼくさつ）	供用物：鈍器、作用：殴る、殺すこと。
絞殺（こうさつ）	供用物：紐状のもの、場所：首、作用：絞める、殺すこと。
刺殺（しさつ）	供用物：刃物、作用：刺す、殺すこと。
殴殺（おうさつ）	作用：殴る、殺すこと。撲殺の上位概念（身体の一部を使って殴ることを含む）
毒殺（どくさつ）	供用物：毒、殺すこと。
扼殺（やくさつ）	供用物：なし、利用：身体の一部、場所：首、動作：絞める、殺すこと。
轢殺（れきさつ）	供用物：車輪を有する物（車など）、作用：轢く、殺すこと。
爆殺（ばくさつ）	供用物：爆弾や爆薬、殺すこと。
圧殺（あっさつ）	作用：押し潰す、殺すこと。
焼殺（しょうさつ）	作用：焼く、殺すこと。
抉殺（けっさつ）	作用：抉る、殺すこと。
溺殺（できさつ）	作用：溺れさせる、殺すこと。
射殺（しゃさつ）	供用物：飛び道具、作用：目標に向かって射つ、殺すこと。銃殺の上位概念（矢などを含む）。
銃殺（じゅうさつ）	供用物：銃、作用：目標に向かって射つ、殺すこと。
噛殺（かみころす）	供用物：動物など、作用：噛む、殺すこと。
電殺（でんさつ）	供用物：電気、作用：感電させる、殺すこと。

- 事件当日のジュリアの症状を絞り込むために、104シチュエーションに「whenプロパティ」を追加



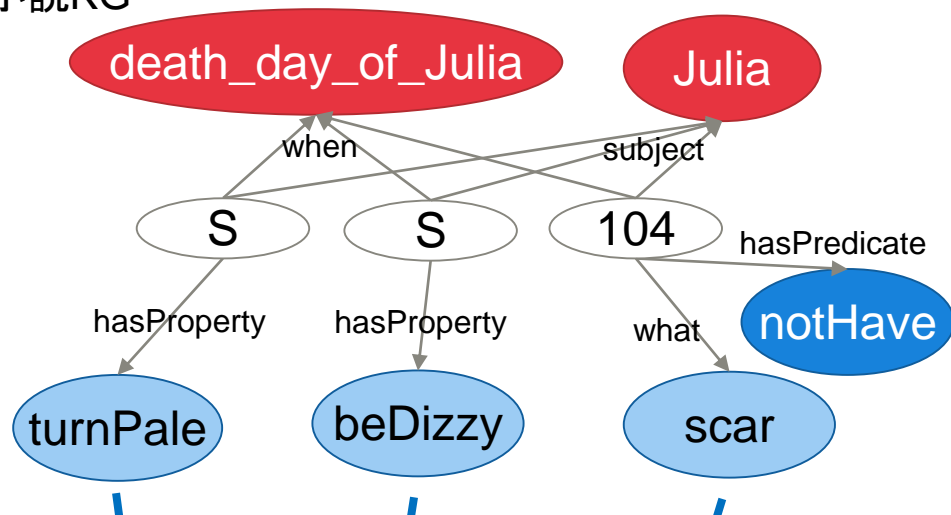
■ 殺害オントロジーのクラスと推論チャレンジKGの各オブジェクトの関係



推論規則(1/2)

- 事件当日の被害者の様子を検索し、殺害方法オントロジーと照らし合わせ、殺害方法を絞り込む

小説KG



殺害方法
オントロジー



毒殺



斬殺

※notHaveなので
傷跡がない殺し方

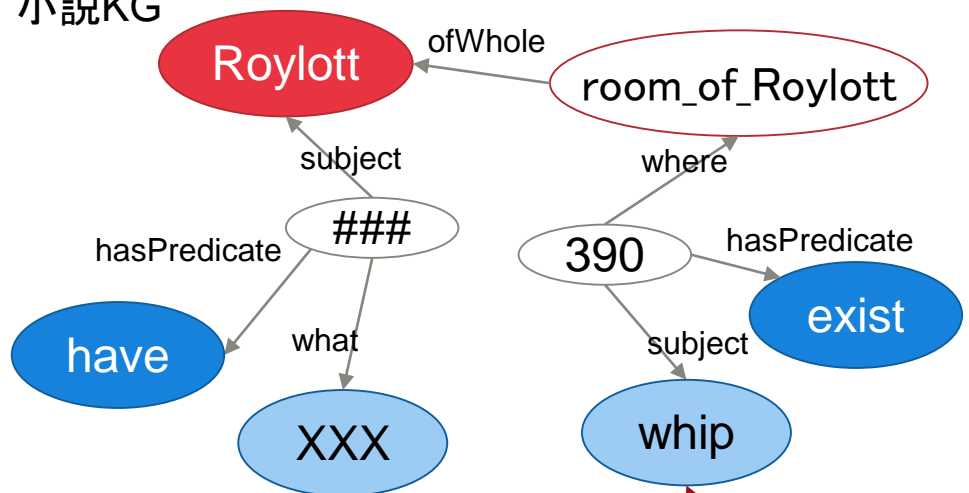
```
SELECT distinct ?situation ?symptom ?symptom_status ?killing
WHERE {
  ?situation rdf:type kgc:Situation ;
  kgc:subject kd:Julia ;
  kgc:when kd:death_day_of_Julia ; 事件当日のProperty
  kgc:hasProperty / a ?symptom .
  ?killing rdfs:subClassOf / owl:onProperty kgc:hasSymptom .
  ?killing rdfs:subClassOf / owl:someValuesFrom ?symptom .
  BIND("true" AS ?symptom_status)
} UNION {
  BIND(kgcf:傷跡 AS ?symptom)
  ?situation rdf:type kgc:Situation ;
  kgc:subject kd:Julia ;
  kgc:when kd:death_day_of_Julia ;
  kgc:what / a kgcf:傷跡 ;
  kgc:hasPredicate ?prop .
  FILTER(?prop = kd:have)
  BIND("true" AS ?symptom_status)
  ?killing rdfs:subClassOf kgcf:殺害方法 .
  ?subkilling rdfs:subClassOf* ?killing .
  FILTER EXISTS {
    ?killing rdfs:subClassOf / owl:someValuesFrom ?symptom .
    ?subkilling rdfs:subClassOf* ?killing .
  }
} UNION {
  BIND(kgcf:傷跡 AS ?symptom)
  ?situation rdf:type kgc:Situation ;
  kgc:subject kd:Julia ;
  kgc:when kd:death_day_of_Julia ;
  kgc:what / a ?symptom ;
  kgc:hasPredicate ?pred .
  FILTER(?pred = kd:notHave)
  BIND("false" AS ?symptom_status)
  ?killing rdfs:subClassOf kgcf:殺害方法 .
  ?subkilling rdfs:subClassOf* ?killing .
  FILTER NOT EXISTS {
    ?killing rdfs:subClassOf / owl:someValuesFrom ?symptom .
    ?subkilling rdfs:subClassOf* ?killing .
  }
}
```

事件当日の傷跡
(ある場合)

事件当日の傷跡
(ない場合)

■ 絞り込んだ殺害方法に対して、実行可能な人物を導出

小説KG

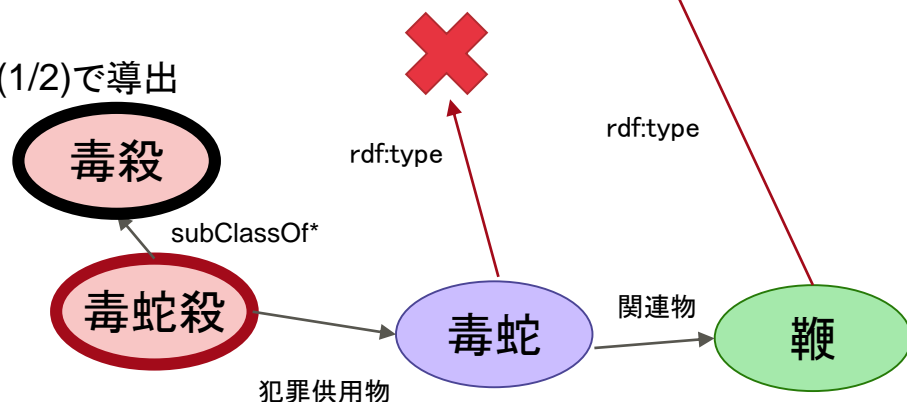


以下のクエリの「%%OBJCLASS%%」を各殺害方法の犯罪供用物・関連物のクラスで置換して実行

```
SELECT distinct ?person ?reason ?situation {  
  {  
    ?situation kgc:hasPredicate kd:exist .  
    ?situation kgc:where/kgc:ofWhole ?person .  
    ?person a kgc:Person .           その人の場所にある  
    ?situation kgc:subject ?reason .  
    ?reason a/(rdfs:subClassOf*) %%OBJCLASS%% .  
  }  
  UNION  
  {  
    ?situation kgc:hasPredicate kd:have .  
    ?situation kgc:subject ?person .  
    ?person a kgc:Person .           その人が持っている  
    ?situation kgc:what ?reason .  
    ?reason a/(rdfs:subClassOf*) %%OBJCLASS%% .  
  }  
}
```

※上記のクエリは、UNION句単位で設定ファイルで追加可能

※(1/2)で導出



処理系による実行履歴(1/2)

■ コマンド

```
$ ./apache-jena-3.9.0/bin/sparql --data=data/all.ttl ¥  
--query=query.txt --results=JSON
```

■ 結果

```
...  
"results": {  
  "bindings": [  
    {  
      "situation": { "type": "uri" , "value": "http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/73" } ,  
      "symptom": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/めまい" } ,  
      "symptom_status": { "type": "literal" , "value": "true" } ,  
      "killing": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/毒殺" }  
    } ,  
    {  
      "situation": { "type": "uri" , "value": "http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/72" } ,  
      "symptom": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/青白い" } ,  
      "symptom_status": { "type": "literal" , "value": "true" } ,  
      "killing": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/毒殺" }  
    } ,  
    {  
      "situation": { "type": "uri" , "value": "http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/104" } ,  
      "symptom": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/傷跡" } ,  
      "symptom_status": { "type": "literal" , "value": "false" } ,  
      "killing": { "type": "uri" , "value": "http://kgchallenge.github.io/ontology/毒殺" }  
    }  
  ]  
}
```

73の「めまい」から
「毒殺」を推論

72の「青白い」から
「毒殺」を推論

104の「傷跡がない」から
「毒殺」を推論

■ 実行時間

■ 1秒

■ コマンド

```
$ python person_detector.py result.json output.ttl rule.conf
```

- python 3.5、rdflib:4.2.2

※説明のために、全てのナレッジグラフに対する結果を記載
(390を含まないナレッジグラフでは結果は無し)

■ 結果

```
@prefix ns1: <http://kgchallenge.github.io/ontology/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .

<http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott> ns1:has_method _:N4d22fac28dc54a74b43608c6d7d7f4b0,
_:N770af8f4248749609dca09966a72f106 .
_:N4d22fac28dc54a74b43608c6d7d7f4b0 a ns1:毒動物殺 .
_:N770af8f4248749609dca09966a72f106 a ns1:毒蛇殺 .

[] a rdf:Statement ;
  ns1:has_reason [ ns1:reason_situ <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/390> ;
                  ns1:related_reason <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/whip> ] ;
  rdf:object _:N770af8f4248749609dca09966a72f106 ;
  rdf:predicate ns1:has_method ;
  rdf:subject <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott> .

[] a rdf:Statement ;
  ns1:has_reason [ ns1:reason_situ <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/390> ;
                  ns1:related_reason <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/whip> ] ;
  rdf:object _:N4d22fac28dc54a74b43608c6d7d7f4b0 ;
  rdf:predicate ns1:has_method ;
  rdf:subject <http://kgc.knowledge-graph.jp/data/SpeckledBand/Roylott> .
```

「ロイロット」が
「毒蛇殺」「毒動物殺」を
実行可能であることを推論

根拠が「『whip』を持っていたこと」であり、
それが390で示されている

■ 実行時間

■ 10秒

結論

■ 動機のある人

- ロイロットは“金欲”のために ジュリアとヘレン を殺す可能性がある
- 村人は“自己防衛”のために ロイロット を殺す可能性がある
- ヘレンは“自己防衛”のために ロイロット を殺す可能性がある

■ 機会のある人

- 事件が起こった時、登場人物は以下の場所にいたと推論される
 - ・ ジュリア: ジュリアの寝室 (ID55, ID103)
 - ・ ヘレン: ヘレンの寝室 (ID67)
 - ・ ロイロット: ロイロットの寝室 (ジュリアの想像) (ID53)
 - ・ ロマ: 庭 (ID107)
- それぞれの場所からジュリアの寝室に人が通っていくことはできなかった

■ 方法がある人

- 死んだ当時のジュリアの様子、ロイロットが鞭を持っていたことなどから、ロイロットが「毒蛇を用いて殺した」「毒動物を用いて殺した」と考えられる

■ 以上から、本事件は

ロイロットが金欲のために、毒蛇を用いて、ジュリアを殺した

■ と推論する

ナレッジグラフの使用する範囲を 段階的に変えた条件下での推論

- 完全:すべてのナレッジグラフを使用する
 - SpeckledBand.ttl を用いた
- 不完全(10%):IDが368番以下の場面のみを使う.
 - 369以降のシーンを表現するナレッジグラフを除いたSpeckledBand-369.ttlを独自に作成し用いた
- 不完全(25%):IDを288番以下の場面のみを使う.
 - 289以降のシーンを表現するナレッジグラフを除いたSpeckledBand-289.ttlを独自に作成し用いた

■ 動機のある人

- ロイロット は“金欲”のために ジュリアとヘレン を殺す可能性がある
- 村人 は“自己防衛”のために ロイロット を殺す可能性がある
- ヘレン は“自己防衛”のために ロイロット を殺す可能性がある

■ 機会のある人

- 事件が起こった時、登場人物は以下の場所にいたと推論される
 - ・ ジュリア：ジュリアの寝室(ID55, ID103)
 - ・ ヘレン：ヘレンの寝室(ID67)
 - ・ ロイロット：ロイロットの寝室(ジュリアの想像)(ID53)
 - ・ ロマ：庭(ID107)
- それぞれの場所からジュリアの寝室に人が通っていくことはできなかった

■ 方法がある人

- 死んだ当時のジュリアの様子、ロイロットが鞭を持っていたことなどから、ロイロットが毒蛇や毒動物を用いて殺したと推論される

検証結果：不完全(10%)

■ 動機のある人：結果に影響なし

- ロイロットは“金欲”のためにジュリアとヘレンを殺す可能性がある
- 村人は“自己防衛”のためにロイロットを殺す可能性がある
- ヘレンは“自己防衛”のためにロイロットを殺す可能性がある

■ 機会のある人：結果に影響なし

- 事件が起こった時、登場人物は以下の場所にいたと推論される
 - ・ジュリア：ジュリアの寝室(ID55, ID103)
 - ・ヘレン：ヘレンの寝室(ID67)
 - ・ロイロット：ロイロットの寝室(ジュリアの想像)(ID53)
 - ・ロマ：庭(ID107)
- それぞれの場所からジュリアの寝室に人が通っていくことはできなかった

■ 方法がある人

- 死んだ当時のジュリアの様子から毒殺であることが推論されるが、ロイロットが毒蛇や毒動物を用いて殺したことが推論されなくなる

検証結果：不完全(25%)

■ 動機のある人：結果に影響なし

- ロイロットは“金欲”のためにジュリアとヘレンを殺す可能性がある
- 村人は“自己防衛”のためにロイロットを殺す可能性がある
- ヘレンは“自己防衛”のためにロイロットを殺す可能性がある

■ 機会のある人：結果に影響なし

- 事件が起こった時、登場人物は以下の場所にいたと推論される
 - ・ジュリア：ジュリアの寝室(ID55, ID103)
 - ・ヘレン：ヘレンの寝室(ID67)
 - ・ロイロット：ロイロットの寝室(ジュリアの想像)(ID53)
 - ・ロマ：庭(ID107)
- それぞれの場所からジュリアの寝室に人が通っていくことはできなかった

■ 方法がある人

- 死んだ当時のジュリアの様子から毒殺であることが推論されるが、ロイロットが毒蛇や毒動物を用いて殺したことが推論されなくなる

- 完全：すべてのナレッジグラフを使用する
- 不完全(10%)：IDが368番以下の場面のみを使う。
 - 殺人の方法について、死んだ当時のジュリアの様子から毒殺であることが推論されるが、ロイロットが毒蛇を用いて殺したことが推論されなくなる
 - その他の結果に影響なし
- 不完全(25%)：IDを288番以下の場面のみを使う。
 - 殺人の方法について、死んだ当時のジュリアの様子から毒殺であることが推論されるが、ロイロットが毒蛇を用いて殺したことが推論されなくなる
 - その他の結果に影響なし

付録

- 殺人動機オントロジ
- 家族・友人関係オントロジ
- 部屋に存在する穴を表現するクラス定義
- 殺害方法オントロジー

追加したナレッジ(本チャレンジ特有)一覧

- 登場人物の家族・友人関係
- 「庭側の窓は庭に面している」知識
- 殺害オントロジーのクラスと推論チャレンジKGの各オブジェクトの関係

- kd:23のあと、“村の人々はすっかりおびえてしまい、”の部分に相当するナレッジグラフを追加
- kd:129のあと、“「ひどい扱いを受けていらっしゃる。」ホームズが言った。”の部分に相当するナレッジグラフを追加
- garden_of_mansion を garden_of_Roylott に統一
- 同じような位置関係の記述方法を統一
 - 全ての寝室は廊下に繋がる
 - ヘレンの部屋には廊下に向いた窓がある
 - 寝室間にドアはない
- kd:104に「whenプロパティの追加」と、「scarインスタンスをscarクラスと紐づけ」を行った

- 殺人の動機を持つ人を探す推論規則
- あるシーンの絶対時間(kgc:time)と同時刻に成立する述語と主語、その主語がいる/ある場所を探す推論規則
- 「通れる穴で接続した場所」の関係をもとに、指定した場所から到達可能な場所を辿る推論規則
- 事件当日の被害者の様子を検索し、殺害方法オントロジーと照らし合わせ、殺害方法を絞り込む推論規則
- 絞り込んだ殺害方法に対して、実行可能な人物を導出する推論規則

■「発言」、「思ったこと」、「事実」の区別

- 今回は、すべて事実と同様に扱った
 - ・ 発言は嘘をついていれば、事実ではなくなる
 - ・ 思ったことは、事実と異なる場合がありうる

■ 時間の取り扱い

- 機会がある人の推論で登場人物の居場所の推論以外では、時間の流れを考慮しなかった
- 時刻が変わると事実が変化している可能性があるが、書かれた事実は時間の流れとともに変化しないかのように扱った



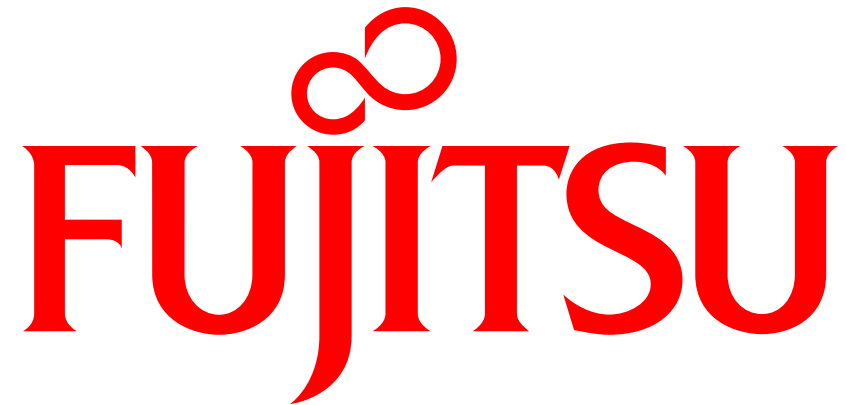
以上は、今後の課題として考えたい

■ 提出物のディレクトリ構造

- KnowledgeGraph – 全体のナレッジグラフ, 288までのナレッジグラフ, 368までのナレッジグラフ
- Motivation – 動機関連データ
- Chance-time – 機会(時間)関連データ
- Chance-space – 機会(空間)関連データ
- Means – 手段関連データ

■ Motivation, Chance-time, Chance-space, Meansのそれぞれのディレクトリは以下の構造になっている

- README.md – 補足説明
- Binaries – 実行コマンド、スクリプト
- KnowledgeGraph – 追加したナレッジグラフ、修正したナレッジグラフ
- Output – コマンドを実行した結果



shaping tomorrow with you