

# RELAZIONE DI WEB SEMANTICO: FISH ONTOLOGY (FISHO)

Notaro Fabio - matricola 0001126980  
Bedei Andrea - matricola 0001126957

1 Maggio 2024

# Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1	Tecnologie utilizzate per il progetto . . . . .	3
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'ONTOLOGIA DI PARTENZA</b>	<b>5</b>
2.1	Che cos'è FISHO . . . . .	5
2.2	Contesto ed obiettivi . . . . .	5
2.3	Soggetti creatori . . . . .	6
2.4	Soggetti coinvolti nel progetto . . . . .	6
2.5	Attuale dominio applicativo . . . . .	7
2.6	Tecnologie utilizzate . . . . .	7
2.7	Ontologie integrate . . . . .	8
2.8	Schema riassuntivo dell'ontologia . . . . .	9
2.9	Principali gerarchie . . . . .	9
2.10	Principali classi . . . . .	11
2.11	Principali proprietà . . . . .	14
<b>3</b>	<b>DOMINIO APPLICATIVO ESPANSO</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>MODIFICA DEI CONCETTI GIA' ESISTENTI</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CLASSI AGGIUNTE</b>	<b>20</b>
5.1	Classe Spotter . . . . .	20
5.2	Classe Sighting . . . . .	21
5.3	Espansione delle classi delle specie . . . . .	22
5.4	Classe DistinctiveSign . . . . .	23
<b>6</b>	<b>PROPRIETA' AGGIUNTE</b>	<b>24</b>
6.1	Proprietà per la gerarchia di Person . . . . .	24
6.2	Proprietà per la modellazione del concetto Sighting . . . . .	26
6.3	Proprietà per la classe DistinctiveSign . . . . .	28
6.4	Proprietà hasStatus . . . . .	29
6.5	Modifica delle cardinalità delle proprietà . . . . .	29
<b>7</b>	<b>INSERIMENTO INDIVIDUI</b>	<b>31</b>

<b>8</b>	<b>INFERENZE RILEVANTI EMERSE DAL REASONER</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>REGOLE SWRL</b>	<b>35</b>
9.1	RareSighting . . . . .	35
9.2	Injured . . . . .	36
<b>10</b>	<b>INTERROGAZIONI</b>	<b>38</b>
10.1	Query generiche per esplorare un nuovo dataset . . . . .	38
10.1.1	Conteggio triple . . . . .	38
10.1.2	Conteggio classi e proprietà . . . . .	38
10.1.3	Conteggio persone ed esemplari . . . . .	39
10.1.4	Conteggio delle istanze per ciascuna classe e proprietà . . . . .	39
10.2	Query più dettagliate di esplorazione dataset . . . . .	39
10.2.1	Conteggio dell'uso delle proprietà . . . . .	39
10.2.2	Estrarre chi ha effettuato un dato avvistamento . . . . .	40
10.2.3	Estrarre specie e segni distintivi per ogni esemplare . . . . .	40
10.2.4	Estrarre quali specie di solito si trovano in una specifica nazione . . . . .	40
10.2.5	Mostrare informazioni interessanti di un avvistamento . . . . .	41
10.2.6	Elencare le nazioni che hanno almeno un avvistamento ed il numero di avvistamenti . . . . .	41
10.2.7	Elencare gli esemplari avvistati in nazioni in cui sono insoliti . . . . .	41
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>43</b>

# Capitolo 1

## INTRODUZIONE

La Fish Ontology (FISHO) è un knowledge representation system strutturato, da tempo riconosciuto come risorsa molto preziosa per i ricercatori e gli appassionati nel campo dell'ittica e dello studio della fauna marittima.

Sviluppata con l'obiettivo di categorizzare la diversità degli animali acquatici, il nostro progetto prevede invece di espanderla per adattarla anche al dominio degli avvistamenti marini.

Gli avvistamenti marini giocano infatti un ruolo cruciale nella nostra comprensione degli ecosistemi acquatici.

Tale attività risulta di particolare interesse per molti motivi:

- **monitoraggio ecologico** → gli avvistamenti forniscono in continuazione dati di valore su distribuzione, comportamento e numerosità degli organismi marini → documentando questi dati, i ricercatori sono in grado di comprendere e scoprire nuova conoscenza (ad esempio pattern di spostamenti, terreni di allevamento, aree con abbondante cibo...), conoscenza sempre più fondamentale anche in ottica di sforzi di conservazione delle specie a rischio e protezione di habitat
- **valutazione della biodiversità** → identificare differenti specie ed i loro habitat consente di valutare con maggiore precisione la salute degli ecosistemi marini
- **strumenti di avviso anticipato** → avvistamenti di esemplari inusuali o inaspettati potrebbero indicare cambiamenti ambientali e climatici → rilevare questi trend permette di rispondere prontamente alle minacce emergenti.

### 1.1 Tecnologie utilizzate per il progetto

Le tecnologie utilizzate per lo sviluppo del progetto sono state:

- **Protégé** → è un editor open source in grado di creare, modificare e visualizzare ontologie
- **Overleaf** → utilizzato per la stesura della presente relazione, è una piattaforma collaborativa nata per creare, modificare e condividere documenti latex.

## Capitolo 2

# DESCRIZIONE DELL'ONTOLOGIA DI PARTENZA

### 2.1 Che cos'è FISHO

La Fish Ontology (FISHO) è un framework strutturato che fornisce una vista complessiva sui pesci.

Essa è stata progettata per agevolare il riconoscimento e la categorizzazione automatica delle specie marine basandosi su attributi e proprietà caratteristiche.

FISHO è stata sviluppata con un'attenzione particolare alla biodiversità, tanto che la sua fonte principale è il libro "The Diversity of Fishes: Biology, Evolution and Ecology".

L'ontologia è in formato OWL e contiene centinaia di classi e decine di proprietà e, nonostante sia ancora in una fase beta, rappresenta già una risorsa fondamentale per lo studio ittico.

### 2.2 Contesto ed obiettivi

FISHO nasce dall'esigenza di avere un'ontologia chiara, ben strutturata e complessiva circa classificazione ed anatomia degli esemplari marini.

In particolare, i suoi obiettivi sono infatti:

- fornire una vista ben organizzata e formale circa la classificazione delle specie ittiche
- agevolare la classificazione automatica dei pesci basandosi sulle proprietà peculiari delle singole specie

- formalizzare la conoscenza nota in ittologia (con un'attenzione particolare a biodiversità ed adattamento), ma anche favorire la scoperta di nuova conoscenza in questo ambito
- consentire l'aggiunta di sempre nuova terminologia.

## 2.3 Soggetti creatori

FISHO è stata originariamente creata da Mohd Najib e Sarinder Kaur, che sono tuttora responsabili del suo mantenimento.

Lo sviluppo dell'ontologia è comunque sotto la supervisione di vari enti impegnati nella formalizzazione delle ricerche scientifiche in ambito acquatico ed ambientale, tra cui WorldFish, Alliance of Biodiversity e CIAT.

## 2.4 Soggetti coinvolti nel progetto

Se quelli sopra possono essere considerati i soggetti creatori del progetto, tra i soggetti coinvolti troviamo invece una catena anche piuttosto eterogenea di soggetti, ciascuno a ricoprire un ruolo cruciale per lo scopo dell'ontologia.

Tra questi soggetti è bene citare:

- **ricercatori di ittologia ed acquacoltura** → esperti di dominio che si assicurano che l'ontologia sia corretta, completa ed in continua espansione
- **ontologisti ed esperti di web semantico** → responsabili della corretta formalizzazione e strutturazione della conoscenza nell'ontologia
- **professionisti ed esperti in biologia marina** → forniscono la loro prospettiva ed esperienza in modo che l'ontologia si allinei quanto più possibile a criteri oggettivi
- **informatici** → il loro sforzo è concentrato soprattutto ad implementare strategie sempre più efficaci di armonizzazione delle diverse ed eterogenee sorgenti di dati
- **partner industriali e sviluppatori**
- **comunità scientifica e utenti finali** → attraverso feedback e commenti consentono all'ontologia di soddisfare i loro bisogni e pertanto di rimanere di interesse rilevante.

## 2.5 Attuale dominio applicativo

Nonostante l'ontologia FISHO non sia sfruttata da nessun progetto in particolare, essa rappresenta un vantaggio potenzialmente enorme per una vasta gamma di progetti quali:

- **progetti sulla biodiversità marina** → in generale progetti che mirano a catalogare, classificare e comprendere la diversità della fauna marina
- **supporto alla pesca** → l'utilizzo di FISHO da parte di pescatori consentirebbe ad essi una miglior comprensione delle specie con cui hanno a che fare, delle loro caratteristiche, comportamenti ed abitudini (anche in ottica di pesca sostenibile)
- **sistemi di gestione di acquari** → gli acquari potrebbero utilizzare FISHO per gestire le loro collezioni di animali e diffondere informazioni dettagliate su di essi sia ai membri dello staff che ai visitatori
- **studi riguardanti l'impatto ambientale di alcune attività umane**
- **studi riguardanti l'impatto dei cambiamenti climatici sulle attività umane e sulla fauna marina**
- **piattaforme educative** → l'ontologia FISHO aiuterebbe enormemente la progettazione e lo sviluppo di piattaforme online di learning relative alla biodiversità marina
- **ricerca e sviluppo.**

## 2.6 Tecnologie utilizzate

Nella presente sezione è riportata la lista di tutti gli strumenti e tecnologie che sono stati utilizzati per sviluppare l'ontologia FISHO.

Si noti che si tratta di tecnologie standard, utili alla creazione di una qualsiasi ontologia, dunque parliamo di strumenti ben noti e collaudati:

- **OWL (Web Ontology Language)** → è un linguaggio standard per ontologie, utile a definirle e modellarle correttamente attraverso relazioni, dipendenze e proprietà
- **RDF (Resource Description Framework)** → modello graph-based usato per rappresentare dati e metadati sotto forma di triple soggetto-predicato-oggetto



- **RDFS (RDF Schema)** → estensione di RDF che offre un vocabolario più ricco ed espressivo, anche grazie alla possibilità di definire gerarchie e relazioni
- **Protégé** → piattaforma open-source che offre un'interfaccia utente chiara per agevolare creazione, modifica e visualizzazione di ontologie
- **SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)** → linguaggio d'interrogazione usato per estrarre e manipolare i dati immagazzinati in formato RDF
- **standard del web semantico** → lo sviluppo dell'ontologia FISHO ha aderito agli standard e principi (compatibilità, interoperabilità, standardizzazione...) del semantic web
- **strumenti di sviluppo collaborativi** → strumenti quali Version Control System ed issue tracker per gestire ed agevolare la collaborazione ed i contributi dei diversi stakeholder.

## 2.7 Ontologie integrate

Come ogni moderna ontologia dovrebbe fare, anche FISHO segue il principio dell'interoperabilità semantica.

Essa infatti riusa concetti da un gran numero di diverse ontologie.

Di seguito citiamo le ontologie maggiormente integrate con FISHO:

- **Human Developmental Anatomy Ontology**
- **Interlinking Ontology for Biological Concepts**
- **Teleost Anatomy Ontology**
- **Biological and Environmental Research Ontology**
- **Zebrafish Anatomy and Development Ontology**
- **Indian Biodiversity Ontology**
- **Reusable Biodiversity Ontology**
- **Ontology of Biological Attributes**
- **FuTRES Ontology of Vertebrate Traits**
- **Environment Ontology**
- **Salmon Ontology**
- **Genomic Epidemiology Application Ontology**
- **Biodiversity Thesaurus.**

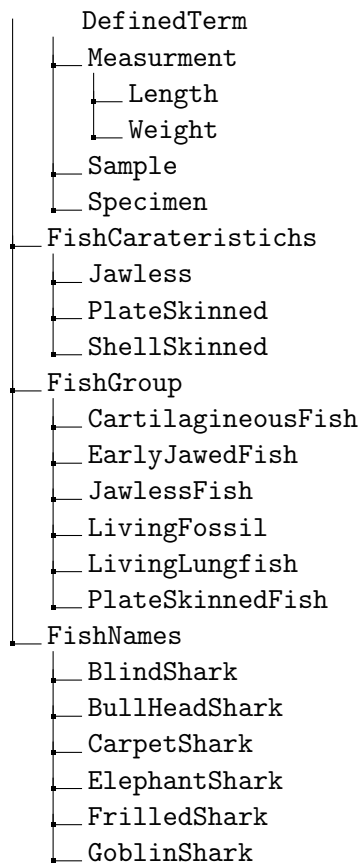
## 2.8 Schema riassuntivo dell'ontologia

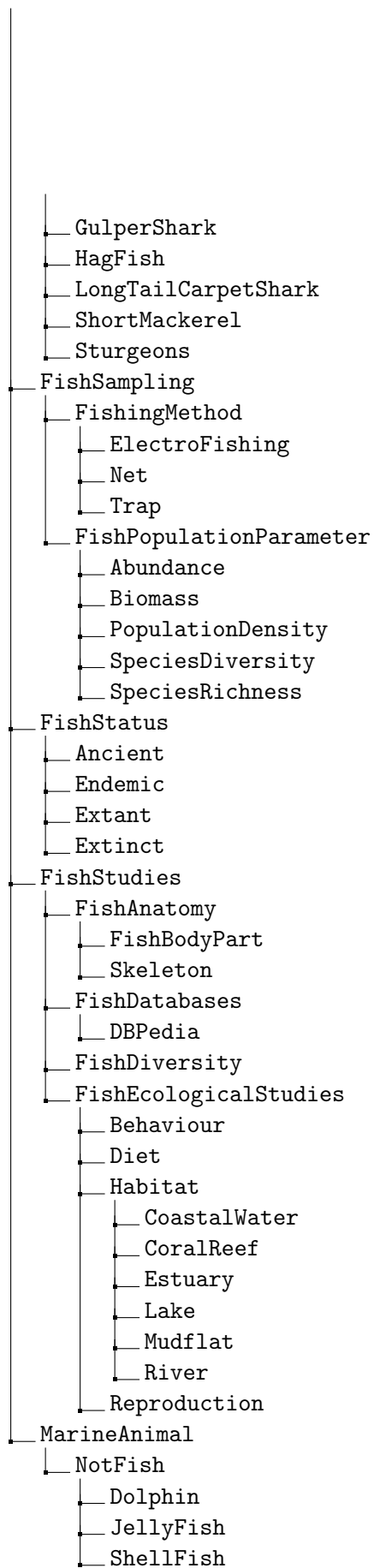
La tabella sottostante riporta la composizione dell'ontologia FISHO e le sue metriche statistiche:

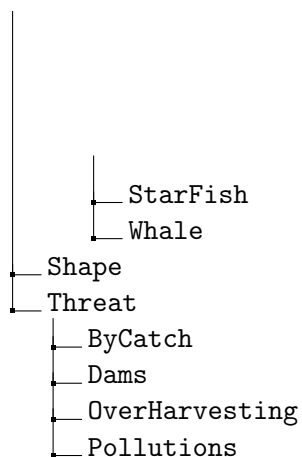
Classes	386
Individuals	8
Properties	28
Maximum depth	8
Maximum number of children	21
Average number of children	5
Classes with a single child	15
Classes with more than 25 children	0
Classes with no definition	285

## 2.9 Principali gerarchie

Per meglio comprendere la struttura gerarchica dell'ontologia si faccia riferimento al diagramma sotto riportato, il quale la riassume mettendo in evidenza le classi e gerarchie più emblematiche:







## 2.10 Principali classi

Per meglio comprendere il contenuto dell'ontologia, la tabella seguente riporta le principali classi d'interesse per il dominio e di ciascuna la relativa definizione:

CLASSE	DEFINIZIONE
DefinedTerm	Represents a class for constructing controlled vocabularies of defined terminology
Location	
Measurement	
Length	
Maturity	
Weight	
Sample	
FishCarateristichs	The characteristic that is potrayed by fish in order to group them in their proper taxon
BonyTongue	
EarlyJaw	
Jawless	
NippleTeeth	
PlateSkinned	
ShellSkinned	
FishGroup	
CartilaginousFish	
EarlyJawedFish	
JawlessFish	
LivingFossil	
LivingLungFish	
PlateSkinnedFish	

FishName	The naming of each species is following Linnaeus's system referred as "Binomial Nomenclature", with two-part name based on genus (plural genera) and species (singular and plural, abbreviated sp., or spp., respectively)
FishingMethod	
ElectroFishing	
Net	
Trap	
FishPopulationParameter	Parameters and stuff needed to conduct the fish sampling experiment
Abundance	
PopulationDensity	A measure of the number of organisms that make up a population in a defined area
SpeciesDiversity	Species diversity is a measure of the diversity within an ecological community that incorporates both species richness (the number of species in a community) and the evenness of species' abundances. Species diversity is one component of the concept of biodiversity
SpeciesRichness	Is the number of different species represented in an ecological community, landscape or region. A count of species, and it does not take into account the abundances of the species or their relative abundance distributions. Takes into account both species richness and species evenness
FishStatus	Handle any terms that is related to status
Ancient	
Endemic	
Extant	
Extinct	Fish that are categorized in this class is hypothesized or believed to be extinct. This is because at the current time, not such finding of the species can be made. If in time it is found that the species is not extinct, then species should be removed from this group
FishAnatomy	

FishBodyPart	
Gills	
Head	
Jaw	
Heart	In most fish, the heart consists of four parts, including two chambers and an entrance and exit.[23] The first part is the sinus venosus, a thin-walled sac that collects blood from the fish's veins before allowing it to flow to the second part, the atrium, which is a large muscular chamber. The atrium serves as a one-way antechamber, sends blood to the third part, ventricle. The ventricle is another thick-walled, muscular chamber and it pumps the blood, first to the fourth part, bulbus arteriosus, a large tube, and then out of the heart. The bulbus arteriosus connects to the aorta, through which blood flows to the gills for oxygenation
Kidneys	The kidneys are one of the primary organs involved in excretion and osmoregulations. The kidneys are paired longitudinal structures located retroperitoneally (outside of the peritoneal cavity), ventral to the vertebral column
Pancreas	
Stomach	Is lined with columnar epithelium with mucous-secreting cells and one type of glandular cell that produces pepsin and hydrochloric acid. Although usually a fairly simple structure, evolutionary modifications of the fish stomach have led to unusual functions
Tail	
MarineAnimal	

Fish	"Fish" is singular and plural for a single species. Fish were the first vertebrates. Definitions are dangerous, since exception are often viewed as falsification of the statement (Berra, 2001). Exceptions to the definitions above do not negate them but instead give clues to adaptations arising from particularly powerful selection pressures. Hence loss of scales and fins in many eel-shaped fishes tell us something about the normal function of these structures and their inappropriateness in benthic fishes with elongate body. Deviation from "normal" in these and other exceptions are part of the lesson that fishes has to teach us about evolutionary process
OtherMarineAnimal	Many types of aquatic animals commonly referred to as "fish" are not fish in the sense that as paraphyletic groups are no longer recognised in modern systematic biology, the use of the term "fish" as a biological group must be avoided
Dolphin	
JellyFish	
StarFish	
Whale	
Shape	
Threat	
CauseOfThreat	

Si noti inoltre che tra le varie classi sono presenti anche una moltitudine di classi relative a specie quali squali, delfini, balene ecc.

## 2.11 Principali proprietà

Nella presente sezione segue un elenco di proprietà, relazioni e dipendenze tra classi di particolare rilevanza presenti nell'ontologia:

- **addedBy**
- **alsoKnownAs**
- **capturedLocation**

- contributor
- createdBy
- creator
- definition
- description
- hasBodyPart
- hasCharacteristic
- hasExactSynonym
- hasShape
- hasStatus
- is\_ancient\_specie
- is\_extinct
- isAssociatedWith
- isComposedOf
- isDifferentFrom
- isKnownAs
- isPartOf
- isSimilarTo.



## Capitolo 3

# DOMINIO APPLICATIVO ESPANSO

Come anticipato nelle sezioni precedenti, l'espansione che proponiamo dell'ontologia FISHO si concentra sull'introduzione dell'attività di avvistamento, fondamentale in ottica di studio e preservazione delle specie ittiche.

Di seguito riportiamo un breve riassunto dei concetti che sono stati introdotti da noi nell'ontologia:

- **avvistamento**
- **avvistatore** → specializzato nelle due classi Pescatore o Ricercatore
- **nazione**
- **espansione delle classi di specie presenti nell'ontologia** → in particolare delfini, squali, balene
- **segni particolari degli esemplari avvistati** → ferite, deformazioni...

## Capitolo 4

# MODIFICA DEI CONCETTI GIÀ ESISTENTI

Prima di aver introdotto i concetti emersi nella sezione precedente, è stato necessario fare qualche piccola modifica a quelli già presenti.

Lo schema riassuntivo delle classi presenti, infatti, mostra delle piccole imperfezioni che abbiamo dovuto correggere in quanto non completamente adatte al nostro dominio:

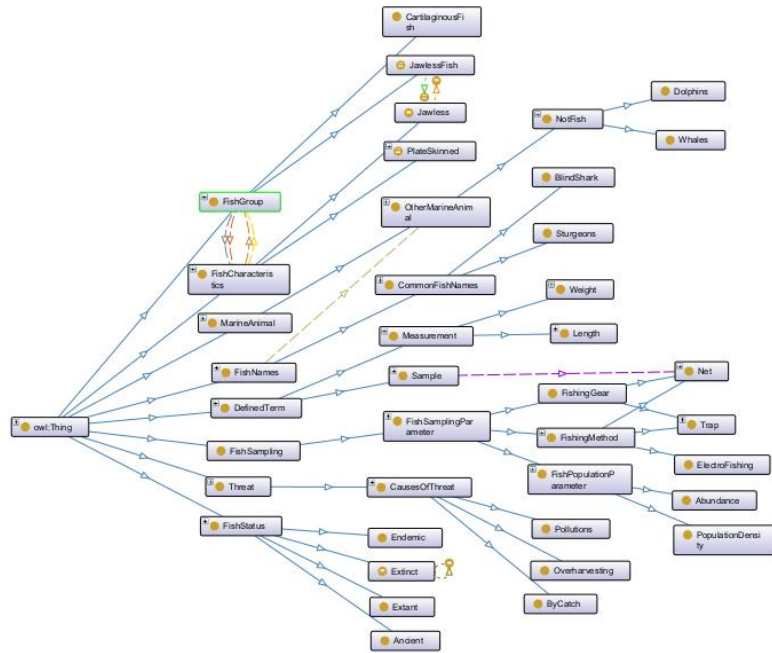


Figura 4.1: grafo riassuntivo delle classi dell'ontologia di particolare interesse per il nostro dominio.

In particolare consultando il grafo è emersa la necessità di effettuare un piccolo intervento: la classe `Sample` dovrebbe avere un collegamento più diretto con le varie sottoclassi di `MarineAnimal`, in modo che l'avvistamento di un esemplare possa includere il nome della sua specie. Occorre collegare `Sample` proprio a `MarineAnimal` e non ad esempio a `FishNames` siccome `MarineAnimal` è l'unica classe che racchiude in sé sia nomi di pesci che di non pesci (balene, delfini...).

Per risolvere il problema appena descritto è stato necessario introdurre le due proprietà:

- **hasSample**, che ha la classe `MarineAnimal` come domain e la classe `Sample` come range
- **sampleOf** inversa della precedente.

In tal modo, grazie all'introduzione di queste due semplici proprietà è stato possibile delineare più chiaramente il collegamento tra la classe `Sample` e quella `MarineAnimal`, il che sarà di estremo vantaggio quando nell'avvistamento vorremo dire che un determinato esemplare è associato ad uno specifico animale marino.

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSample
FISHO:hasSample rdf:type owl:ObjectProperty ;
                rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
                owl:inverseOf FISHO:sampleOf ;
                rdf:type owl:InverseFunctionalProperty ;
                rdfs:domain FISHO:FISHO_0000464 ;
                rdfs:range FISHO:FISHO_0000081 .

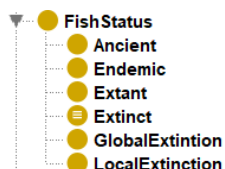
### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#sampleOf
FISHO:sampleOf rdf:type owl:ObjectProperty ;
               rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
               rdf:type owl:FunctionalProperty ;
               rdfs:domain FISHO:FISHO_0000081 ;
               rdfs:range FISHO:FISHO_0000464 .

```

Figura 4.2: codice OWL in sintassi Turtle che definisce le due proprietà necessarie.

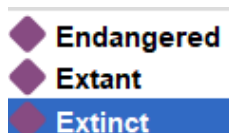
Altra piccola modifica preliminare che è stato necessario apportare all'ontologia prima di aggiungere altri concetti è stata la sostituzione delle sotto-classi della classe FishStatus con delle istanze.

Infatti così com'era l'ontologia proponeva la seguente gerarchia:



Tuttavia, dopo un'approfondita analisi e progettazione, è emerso che non è propriamente adatto ai nostri scopi modellare tali concetti tramite classi (ad esempio perchè quando si vorrà esprimere la relazione tra una specie e il suo status bisognerà comunque creare delle istanze relative).

Pertanto si è deciso di rimuovere direttamente tali classi e sostituirle con degli individui tentando comunque di preservare l'espressività:



## Capitolo 5

# CLASSI AGGIUNTE

Nel capitolo seguente sono presenti i design e le implementazioni delle classi aggiunte all'ontologia per espanderla con i concetti relativi agli avvistamenti.

### 5.1 Classe Spotter

Di fondamentale importanza risulta essere la classe degli avvistatori, ossia Spotter.

Come facile immaginare, essa dovrà essere inserita all'interno di una più ampia gerarchia, rappresentata dallo schema sotto:

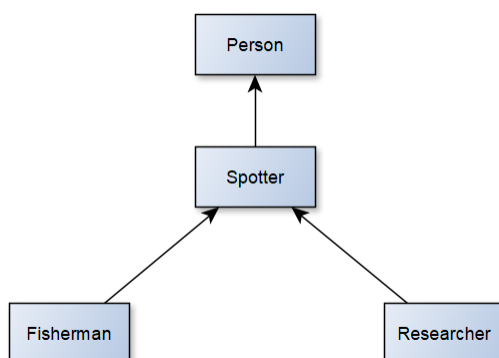


Figura 5.1: si noti come la classe dell'avvistatore è una sottoclasse di persona ed è specializzata a sua volta dalle sottoclassi pescatore e ricercatore.

Sempre nell'ottica di seguire il principio dell'interoperabilità tra le diverse ontologie, si è ritenuto utile non ricreare da zero la classe Person, ma sfruttare la classe foaf:Agent messa a disposizione dall'ontologia FOAF e che modella pressochè il medesimo concetto.

Di conseguenza la gerarchia più dettagliata diventa:

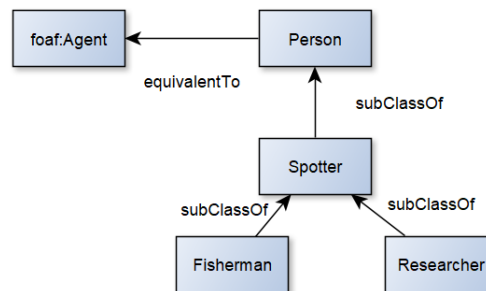


Figura 5.2: gerarchia più dettagliata riguardante la modellazione del concetto di avvistatore.

Il codice OWL in sintassi Turtle che modella la gerarchia sopra è riportato nell'immagine seguente:

```

### http://purl.org/dc/terms/Agent
<http://purl.org/dc/terms/Agent> rdf:type owl:Class ;
                                owl:equivalentClass <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> .

### http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent
<http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> rdf:type owl:Class ;
                                rdfs:comment "An agent (eg. person, group, software or physical artifact).";
                                rdfs:label "Agent" ;
                                <http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#term_status> "stable" .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Person
FISHO:Person rdf:type owl:Class ;
            owl:equivalentClass <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Spotter
FISHO:Spotter rdf:type owl:Class ;
            rdfs:subClassOf FISHO:Person .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Fisherman
FISHO:Fisherman rdf:type owl:Class ;
            rdfs:subClassOf FISHO:Spotter .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Researcher
FISHO:Researcher rdf:type owl:Class ;
            rdfs:subClassOf FISHO:Spotter .

```

## 5.2 Classe Sighting

Il successivo concetto modellato è stato l'avvistamento, implementato tramite la classe Sighting e le sue proprietà (descritte nel capitolo successivo). In realtà, il concetto dell'avvistamento ha comportato anche l'importazione della classe schema:Country da schema.org, in modo poi da poter esprimere la nazione in cui l'avvistamento è avvenuto:

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Sighting
FISHO:Sighting rdf:type owl:Class .

### http://schema.org/Country
<http://schema.org/Country> rdf:type owl:Class .|

```

### 5.3 Espansione delle classi delle specie

Come anticipato nella descrizione dell'ontologia, essa presenta solo alcune specie di animali (pesci e non).

E' stato pertanto di fondamentale importanza (non solo per il nostro dominio) espandere l'ontologia aggiungendo ulteriori specie, classificandole opportunamente e esprimendole come sottoclassi di Fish e NotFish:

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Carp
FISHO:Carp rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 .|

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Clownfish
FISHO:Clownfish rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#WhiteShark
FISHO:WhiteShark rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#DicentrarchusLabrax
FISHO:DicentrarchusLabrax rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 ;
    rdfs:comment "Spigola" .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#SparusAurata
FISHO:SparusAurata rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 ;
    rdfs:comment "Orata" .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#SardinaPilchardus
FISHO:SardinaPilchardus rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000328 .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Crocodile
FISHO:Crocodile rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000506 .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Seallion
FISHO:Seallion rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000506 .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Seal
FISHO:Seal rdf:type owl:Class ;
    rdfs:subClassOf FISHO:FISHO_0000506 .

```

## 5.4 Classe DistinctiveSign

Ultima classe aggiunta per realizzare la nostra espansione dell'ontologia è la classe `DistinctiveSign`, che avrà istanze quali ad esempio tagli, ferite, malformazioni, ecc (qualunque segno particolare che potrebbe caratterizzare un esemplare).

```
### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISH0#DistinctiveSign
FISH0:DistinctiveSign rdfs:type owl:Class ;
                        rdfs:subClassOf [ rdfs:type owl:Restriction ;
                                          owl:onProperty FISH0:hasDescription ;
                                          owl:maxCardinality "1"^^xsd:nonNegativeInteger
                                        ] .
```



## Capitolo 6

# PROPRIETA' AGGIUNTE

Il presente capitolo elenca le proprietà, relazioni e dipendenze aggiunte insieme alle classi di estensione del dominio riportate nel capitolo precedente.

### 6.1 Proprietà per la gerarchia di Person

- **foaf:birthday**, **foaf:gender** → tali due proprietà sono state importate da FOAF assieme alla classe **Agent** ed esprimono la data di nascita e il genere di una persona →

```
## http://xmlns.com/foaf/0.1/birthday
<http://xmlns.com/foaf/0.1/birthday> rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                                         owl:FunctionalProperty ;
                                         rdfs:domain <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> ;
                                         rdfs:range rdfs:Literal ;
                                         rdfs:comment "The birthday of this Agent, represented in mm-dd string form, eg. '12-31'." ;
                                         rdfs:isDefinedBy <http://xmlns.com/foaf/0.1/> ;
                                         rdfs:label "birthday" ;
                                         <http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#term_status> "unstable" .

## http://xmlns.com/foaf/0.1/gender
<http://xmlns.com/foaf/0.1/gender> rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                                         owl:FunctionalProperty ;
                                         rdfs:domain <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> ;
                                         rdfs:range rdfs:Literal ;
                                         rdfs:comment "The gender of this Agent (typically but not necessarily 'male' or 'female')." ;
                                         rdfs:isDefinedBy <http://xmlns.com/foaf/0.1/> ;
                                         rdfs:label "gender" ;
                                         <http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#term_status> "testing" .
```

- **hasFirstName**, **hasLastName** → proprietà aggiunte alla classe **Agent** per esprimerne nome e cognome →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasFirstName
FISHO:hasFirstName rdf:type owl:DatatypeProperty ;
                  rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
                  rdfs:domain <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> ;
                  rdfs:range rdfs:Literal .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasLastName
FISHO:hasLastName rdf:type owl:DatatypeProperty ;
                  rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
                  rdfs:domain <http://xmlns.com/foaf/0.1/Agent> ;
                  rdfs:range rdfs:Literal .

```

- **hasFishingLicense** → proprietà che esprime il numero di licenza di un pescatore →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasFishingLicense
FISHO:hasFishingLicense rdf:type owl:DatatypeProperty ;
                       rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
                       rdf:type owl:FunctionalProperty ;
                       rdfs:domain FISHO:Fisherman ;
                       rdfs:range rdfs:Literal .

```

- **worksFor** → esprime il legame tra un ricercatore e l'accademia per cui lavora →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Academy
FISHO:Academy rdf:type owl:Class .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#worksFor
FISHO:worksFor rdf:type owl:ObjectProperty ,
                  owl:FunctionalProperty ,
                  owl:AsymmetricProperty ,
                  owl:IrreflexiveProperty ;
               rdfs:domain FISHO:Researcher ;
               rdfs:range FISHO:Academy .

```

- **hasName**, **hasAddress** → proprietà per modellare i due attributi nome ed indirizzo di un'accademia →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasName
FISHO:hasName rdf:type owl:DatatypeProperty ,
               owl:FunctionalProperty ;
               rdfs:domain FISHO:Academy ;
               rdfs:range rdfs:Literal .

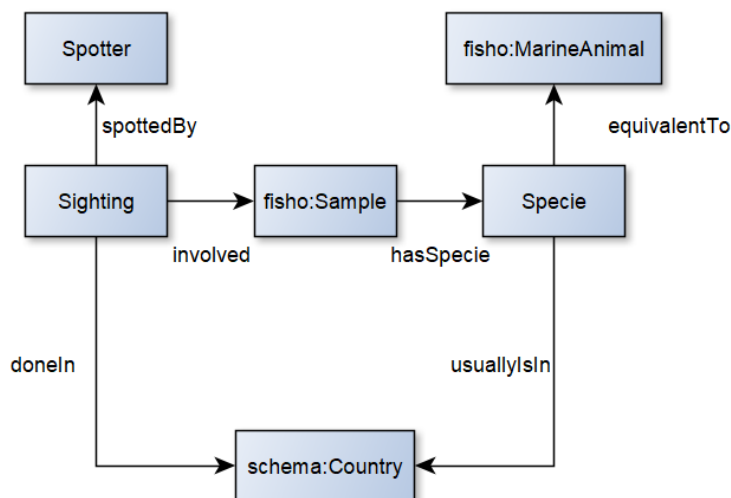
### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasAddress
FISHO:hasAddress rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                        owl:FunctionalProperty ;
                        rdfs:domain FISHO:Academy ;
                        rdfs:range rdfs:Literal .

```

## 6.2 Proprietà per la modellazione del concetto Sighting

Il concetto di Sighting è in realtà molto profondo e complesso, siccome è collegato da proprietà con molte altre classi dell'ontologia.

Per meglio comprendere le proprietà che è stato necessario aggiungere per modellare correttamente le relazioni del concetto di avvistamento si faccia riferimento al diagramma seguente:



Nell'elenco seguente sono riportate più nello specifico tutte le proprietà (in sintassi Turtle) aggiunte per modellare correttamente gli avvistamenti:

- **hasDate**, **hasDescription** → esprimono la data e la descrizione di un avvistamento →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasDate
FISHO:hasDate rdf:type owl:DatatypeProperty ;
              rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
              rdfs:domain FISHO:Sighting ;
              rdfs:range xsd:dateTime .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasDescription
FISHO:hasDescription rdf:type owl:DatatypeProperty ;
                    rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
                    rdfs:domain FISHO:Sighting ;
                    rdfs:range rdfs:Literal .

```

- **spottedBy**, **hasSpotted** → proprietà che legano un avvistamento al suo avvistatore →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpotted
FISHO:hasSpotted rdf:type owl:ObjectProperty ;
                rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
                owl:inverseOf FISHO:spottedBy ;
                rdf:type owl:InverseFunctionalProperty ,
                        owl:AsymmetricProperty ,
                        owl:IrreflexiveProperty ;
                rdfs:domain FISHO:Spotter ;
                rdfs:range FISHO:Sighting .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#spottedBy
FISHO:spottedBy rdf:type owl:ObjectProperty ;
               rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
               rdf:type owl:FunctionalProperty ,
                       owl:AsymmetricProperty ,
                       owl:IrreflexiveProperty ;
               rdfs:domain FISHO:Sighting ;
               rdfs:range FISHO:Spotter .

```

- **involved** → per mettere in relazione un avvistamento e l'esemplare avvistato →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#involved
FISHO:involved rdf:type owl:ObjectProperty ;
               rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
               rdf:type owl:AsymmetricProperty ,
                       owl:IrreflexiveProperty ;
               rdfs:domain FISHO:Sighting ;
               rdfs:range FISHO:FISHO_0000081 .

```

- **doneInCountry** → proprietà che esprime in quale nazione (schema:Country) è avvenuto l'avvistamento →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#doneInCountry
FISHO:doneInCountry rdf:type owl:ObjectProperty ,
                          owl:FunctionalProperty ,
                          owl:AsymmetricProperty ,
                          owl:IrreflexiveProperty ;
                  rdfs:domain FISHO:Sighting ;
                  rdfs:range <http://schema.org/Country> .

```

- **hasSpecie, usuallyIsIn** → mentre la prima proprietà collega un esemplare alla sua specie, la seconda esprime in quali nazioni (schema:Country) solitamente è possibile trovare esemplari di una data specie →

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpecie
FISHO:hasSpecie rdf:type owl:ObjectProperty ,
                      owl:FunctionalProperty ,
                      owl:AsymmetricProperty ,
                      owl:IrreflexiveProperty ;
              rdfs:domain FISHO:FISHO_0000081 ;
              rdfs:range FISHO:Specie .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#usuallyIsIn
FISHO:usuallyIsIn rdf:type owl:ObjectProperty ,
                        owl:AsymmetricProperty ,
                        owl:IrreflexiveProperty ;
                rdfs:domain FISHO:FISHO_0000464 ;
                rdfs:range <http://schema.org/Country> .

```

## 6.3 Proprietà per la classe DistinctiveSign

Le proprietà aggiunte per arricchire la classe DistinctiveSign sono:

- **hasDescription** → utilizzata per descrivere il segno particolare
- **hasDistinctiveSign** → proprietà utilizzata per esprimere che un esemplare può avere un segno particolare.

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasDescription
FISHO:hasDescription rdf:type owl:DatatypeProperty ;
                    rdfs:subPropertyOf owl:topDataProperty ;
                    rdfs:domain FISHO:DistinctiveSign ,
                               FISHO:Sighting ;
                    rdfs:range rdfs:Literal .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasDistinctiveSign
FISHO:hasDistinctiveSign rdf:type owl:ObjectProperty ,
                                owl:AsymmetricProperty ,
                                owl:IrreflexiveProperty ;
                        rdfs:domain FISHO:FISHO_0000081 ;
                        rdfs:range FISHO:DistinctiveSign .

```

## 6.4 Proprietà hasStatus

Ulteriore proprietà inserita è stata hasStatus, la quale è fondamentale per esprimere lo status di una data specie (esistente, estinto, in pericolo...).

In realtà, tale proprietà era già presente in FISHO, tuttavia è stato necessario modificare il suo dominio da Fish a Specie, in modo da generalizzarla e poter dire che anche gli animali non prettamente pesci hanno uno status:

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#FISHO\_0000049
FISHO:FISHO_0000049 rdf:type owl:ObjectProperty ,
                            owl:FunctionalProperty ,
                            owl:InverseFunctionalProperty ;
                    rdfs:domain FISHO:FISHO_0000328 ;
                    rdfs:range FISHO:FISHO_0000164 ;
                    rdfs:label "hasStatus"@en .

```

## 6.5 Modifica delle cardinalità delle proprietà

L'ultimo passo che ha riguardato le proprietà è stato la modifica delle cardinalità.

Infatti, molte delle proprietà che abbiamo inserito necessitavano di alcuni vincoli di cardinalità minima, massima o esatta da esplicitare.

La tabella seguente riporta le cardinalità inserite per le diverse proprietà:

PROPRIETA'	CARDINALITA'
Spotter hasSpotted Sighting	minimo 1
Sighting doneInCountry schema:Country	1
Sample hasSpecie Specie	1
Sighting involved Sample	minimo 1
Sample sampleOf fisho:MarineAnimal	1
Sighting spottedBy Spotter	1
Researcher worksFor Academy	1
foaf:Person hasFirstName rdfs:literal	1
foaf:Person hasLastName rdfs:literal	1
foaf:Person foaf:birthday rdfs:literal	1
foaf:Person foaf:gender rdfs:literal	1
Academy hasAddress rdfs:literal	1
Academy hasName rdfs:literal	1
Sighting hasDate xsd:dateTime	1
Sighting hasDescription rdfs:literal	massimo 1
DistinctiveSign hasDescription rdfs:literal	massimo 1
Fisherman hasFishingLicense rdfs:literal	1
Specie hasStatus fisho:FishStatus	1

L'immagine sotto riportata illustra la sintassi Turtle utilizzata per esprimere alcuni dei vincoli di cardinalità sopra riportati:

```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#DistinctiveSign
FISHO:DistinctiveSign rdf:type owl:Class ;
                      rdfs:subClassOf [ rdf:type owl:Restriction ;
                                      owl:onProperty FISHO:hasDescription ;
                                      owl:maxCardinality "1"^^xsd:nonNegativeInteger
                                      ] .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Researcher
FISHO:Researcher rdf:type owl:Class ;
                 rdfs:subClassOf FISHO:Spotter ,
                 [ rdf:type owl:Restriction ;
                   owl:onProperty FISHO:worksFor ;
                   owl:qualifiedCardinality "1"^^xsd:nonNegativeInteger ;
                   owl:onClass FISHO:Academy
                   ] .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Fisherman
FISHO:Fisherman rdf:type owl:Class ;
                rdfs:subClassOf FISHO:Spotter ,
                [ rdf:type owl:Restriction ;
                  owl:onProperty FISHO:hasFishingLicense ;
                  owl:cardinality "1"^^xsd:nonNegativeInteger
                  ] .

```

## Capitolo 7

# INSERIMENTO INDIVIDUI

La successiva fase è stata l’inserimento degli individui delle varie classi e la concretizzazione delle relazioni e proprietà tra tali individui.

Più dettagliatamente sono stati inseriti individui per le classi:

- **Academy**
- **fisho:Sample**
- **DistinctiveSign**
- **fisho:FishStatus**
- **fisho:MarineAnimal** e sottoclassi
- **Person** e sottoclassi
- **schema:Country**
- **Sighting**.

Per comprendere come è stato realizzato l’inserimento degli individui si faccia riferimento agli esempi riportati nell’immagine seguente:



```

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#UNIBO
FISHO:UNIBO rdf:type owl:NamedIndividual ,
            FISHO:Academy ;
            owl:differentFrom FISHO:UNIMI ;
            FISHO:hasAddress "Via Zamboni, 33, 40126 Bologna BO"@it ;
            FISHO:hasName "Alma Mater Studiorum - Università di Bologna"@it .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#S1
FISHO:S1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
          FISHO:FISHO_0000081 ;
          FISHO:hasDistinctiveSign FISHO:Cut ,
                                   FISHO:Injury ;
          FISHO:hasSpecie FISHO:Carp .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#WhiteShark
FISHO:WhiteShark rdf:type owl:NamedIndividual ,
                   FISHO:WhiteShark ;
                   FISHO:FISHO_0000049 FISHO:Endangered ;
                   FISHO:hasSample FISHO:S3 ;
                   FISHO:usuallyIsIn <http://dbpedia.org/resource/Australia> ,
                                     <http://dbpedia.org/resource/United_States> .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Researcher2
FISHO:Researcher2 rdf:type owl:NamedIndividual ,
                      FISHO:Researcher ;
                      FISHO:hasSpotted FISHO:S4 ;
                      FISHO:worksFor FISHO:UNIBO ;
                      FISHO:hasFirstName "Mattia"^^rdf:Literal ;
                      FISHO:hasLastName "Canali"^^rdf:Literal ;
                      <http://xmlns.com/foaf/0.1/birthday> "04/10/2005"^^rdf:Literal ;
                      <http://xmlns.com/foaf/0.1/gender> "M"^^rdf:Literal .

### http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Sighting1
FISHO:Sighting1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
                   FISHO:Sighting ;
                   FISHO:doneInCountry <http://dbpedia.org/resource/Australia> ;
                   FISHO:involved FISHO:S3 ,
                                   FISHO:S5 ;
                   FISHO:hasDate "2004-04-12T13:20:00-05:00"^^xsd:dateTime .

```

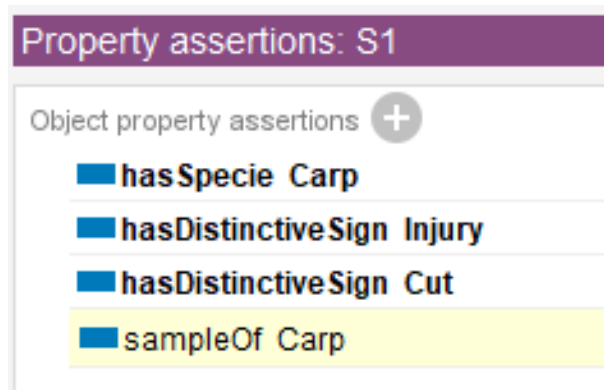
## Capitolo 8

# INFERENZE RILEVANTI EMERSE DAL REASONER

Già senza l'uso di regole SWRL il reasoner è in grado di fare delle inferenze significative sulla base di alcuni vincoli che abbiamo messo (proprietà inverse, cardinalità...).

Ad esempio si faccia riferimento alle due immagini sotto riportate:

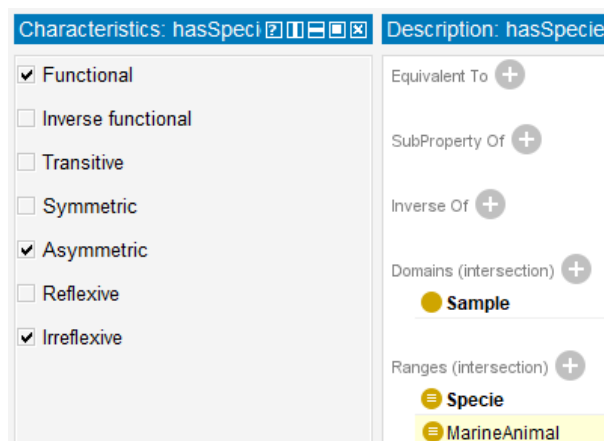
Property assertions: Sighting5	
Object property assertions +	
doneInCountry	dbpedia:Brazil
involved	S5
spottedBy	Researcher3
Data property assertions +	
hasDate	"2017-08-12T16:20:00-05:00"^^xsd:dateTime



Le due immagini precedenti mostrano delle inferenze che il reasoner ha autonomamente fatto riguardanti le proprietà inverse:

- siccome spottedBy è l'inversa di hasSpotted, il fatto di aver inserito che uno Spotter hasSpotted un Sighting, fa in modo che il reasoner veda anche la dipendenza opposta
- la stessa cosa si applica anche a sampleOf che, siccome è l'inversa di hasSample, il fatto di aver inserito che un MarineAnimal hasSample un Specie, fa in modo che il reasoner veda anche la dipendenza opposta.

Un'altra inferenza automatica del reasoner, che però non riguarda le proprietà inverse, è l'uguaglianza tra le classi Specie e MarineAnimal. Infatti il reasoner ha dedotto che la proprietà hasSpecie ha per range non solo Specie ma anche MarineAnimal:



## Capitolo 9

# REGOLE SWRL

Le regole SWRL sono un componente importante delle ontologie in quanto sono utilizzate per esprimere regole logiche che vanno oltre le capacità di espressione degli assiomi di ontologia standard OWL.

Nelle sezioni che seguono si riportano le regole SWRL introdotte nella nostra ontologia.

### 9.1 RareSighting

Tramite un'apposita regola abbiamo voluto introdurre il concetto di RareSighting: diciamo che un Sighting è un RareSighting se riguarda un esemplare che ha come status Endangered, ovvero se riguarda un esemplare a rischio estinzione.

Per esprimere ciò è stata utilizzata la regola seguente:

Grazie a tale regola, il reasoner è stato in grado di individuare e dedurre i cosiddetti RareSighting, come riportato nella figura seguente:

Description: RareSighting

- involved **min 1** Sample
- hasDate **exactly 1** rdfs:Literal
- hasDescription **max 1** rdfs:Literal
- spottedBy **exactly 1** Spotter
- doneInCountry **exactly 1** schema:Country

Instances +

Sighting1

Sighting2

Sighting3

Sighting4

E' anche possibile consultare la catena di ragionamenti e inferenza che ha fatto il reasoner per effettuare tale deduzione:

Explanation 1 ☐ Display laconic explanation

Explanation for: Sighting1 Type RareSighting

- Sighting1 involved S3
- hasSpotted Domain Spotter
- Spotter(?f), hasSpotted(?f, ?s), involved(?s, ?sample), hasSpecie(?sample, ?specie), hasStatus(?specie, Endangered) -> RareSighting(?s)
- WhiteShark hasStatus Endangered
- S3 hasSpecie WhiteShark
- Fisherman1 hasSpotted Sighting1

## 9.2 Injured

Un'ulteriore regola che si è rivelata necessaria è stata l'introduzione del concetto di Injured: diciamo che un Sample è Injured se presenta dei DistinctiveSign che sono Injury o Cut.

Per esprimere ciò è stata utilizzata la regola seguente (si noti che non essendo possibile utilizzare l'or sono necessarie due differenti regole):

```

FISHO:Sighting(?sighting) ^ FISHO:involved(?sighting, ?sample) ^ FISHO:hasDistinctiveSign(?sample, ?sign) ^
sameAs(?sign, FISHO:Injury) -> FISHO:Injured(?sample)

FISHO:Sighting(?sighting) ^ FISHO:involved(?sighting, ?sample) ^ FISHO:hasDistinctiveSign(?sample, ?sign) ^
sameAs(?sign, FISHO:Cut) -> FISHO:Injured(?sample)

```

Grazie a tale regola, il reasoner è stato in grado di individuare e dedurre i cosiddetti esemplari Injured, come riportato nella figura seguente:

Description: Injured

SubClass Of +

● DefinedTerm

General class axioms +

SubClass Of (Anonymous Ancestor)

Instances +

◆ S1

E' anche possibile consultare la catena di ragionamenti e inferenza che ha fatto il reasoner per effettuare tale deduzione:

Explanation for: S1 Type Injured

- 1) **S1 hasDistinctiveSign Injury**
- 2) **Sighting3 involved S1**
- 3) **Sighting(?sighting), involved(?sighting, ?sample), hasDistinctiveSign(?sample, ?sign), SameAs (?sign, Injury) -> Injured(?sample)**
- 4) **Sighting3 Type Sighting**

## Capitolo 10

# INTERROGAZIONI

Le interrogazioni (queries) in un'ontologia sono richieste strutturate e formali che permettono di estrarre, filtrare e manipolare i dati definiti nell'ontologia. Le principali funzioni delle interrogazioni sono:

- recupero ed estrazione delle informazioni
- filtraggio dati
- analisi dati
- verifica di consistenza.

### 10.1 Query generiche per esplorare un nuovo dataset

Come suggeritoci durante il corso, le primissime query sono delle query abbastanza generali, ma utili a comprendere la struttura dell'ontologia.

#### 10.1.1 Conteggio triple

Per scoprire quante triple sono contenute nel dataset:

```
SELECT (COUNT(*) AS ?totale)
WHERE {?s ?p ?o.}
```

	totale
"11847"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	

#### 10.1.2 Conteggio classi e proprietà

Per scoprire quante classi e proprietà sono contenute nell'ontologia:

```

SELECT (COUNT(DISTINCT ?class) AS ?totalClasses) (COUNT(DISTINCT ?property) AS ?totalProperties)
WHERE {
  {
    SELECT DISTINCT ?class
    WHERE {
      ?class a owl:Class .
    }
  }
  UNION
  {
    SELECT DISTINCT ?property
    WHERE {
      ?s ?property ?o .
    }
  }
}

```

totalClasses	totalProperties
"418" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>	"77" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>

### 10.1.3 Conteggio persone ed esemplari

Per scoprire quante persone ed esemplari sono contenute nell'ontologia:

```

SELECT (COUNT(DISTINCT ?person) AS ?totalPeople) (COUNT(DISTINCT ?animal) AS ?totalSamples)
WHERE {
  {
    SELECT DISTINCT ?person
    WHERE {
      ?person a <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Person> .
    }
  }
  UNION
  {
    SELECT DISTINCT ?animal
    WHERE {
      ?animal a <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#FISHO_0000081> .
    }
  }
}

```

totalPeople	totalSamples
"4" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>	"5" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>

### 10.1.4 Conteggio delle istanze per ciascuna classe e proprietà

Per scoprire per ogni classe e proprietà quante istanze sono definite:

```

SELECT ?type (COUNT(?entity) AS ?count)
WHERE {
  {
    ?entity a ?type .
    FILTER(!isIRI(?type))
  }
  UNION
  {
    ?subject ?entity ?object .
    ?entity a rdf:Property .
  }
}
GROUP BY ?type
ORDER BY ?type

```

type	count
Academy	"2" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Clovnfish	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Crocodile	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
DicentrarchusLabrax	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
DistinctiveSign	"3" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Sample	"5" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Jellyfish	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Prawns	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
FishStatus	"3" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
PrimaryType	"4" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>
Cuttlefish	"1" <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer</a>

## 10.2 Query più dettagliate di esplorazione dataset

### 10.2.1 Conteggio dell'uso delle proprietà

Per scoprire quante volte è utilizzata ciascuna proprietà:



```

SELECT ?property (COUNT(?property) AS ?propTotal)
WHERE {
  ?s ?property ?o .
}
GROUP BY ?property
ORDER BY DESC(?propTotal)
LIMIT 11

```

	property	propTotal
rdf:type	*4180**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
hashCode	*2626**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
sourceOntology	*2626**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
rdfs:subClassOf	*528**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
rdfs:label	*457**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
id	*375**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
rdfs:comment	*110**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
rdf:first	*107**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
rdf:rest	*107**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
owl:onProperty	*76**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
usuallyIsIn	*63**<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	

### 10.2.2 Estrarre chi ha effettuato un dato avvistamento

Per scoprire quale spotter ha effettuato un determinato avvistamento:

```

SELECT ?spotter
WHERE {
  ?spotter <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpotted> <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Sighting1>.
}

```

spotter
Fisherman1

### 10.2.3 Estrarre specie e segni distintivi per ogni esemplare

Per scoprire la specie ed i segni distintivi di ogni esemplare:

```

SELECT ?sample ?specie ?distinctiveSign
WHERE {
  ?sample <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpecie> ?specie.
  OPTIONAL { ?sample <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasDistinctiveSign> ?distinctiveSign. }
}
ORDER BY ?sample

```

sample	specie	distinctiveSign
S1	Carp	Injury
S1	Carp	Cut
S2	Clovenfish	
S3	WhiteShark	Malformation
S4	Crocodile	
S5	Seal	

### 10.2.4 Estrarre quali specie di solito si trovano in una specifica nazione

Per scoprire le specie tipiche di una particolare nazione:

```
SELECT ?specie
WHERE {
  ?specie <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#usuallyIsIn> <http://dbpedia.org/resource/United_States> .
}
```

specie
DicentrarchusLabrax
WhiteShark
Crayfish
Carp
SealLion
SardinaPilchardus
Dolphins
Shellfish
Crocodile
Prawns
Seal

### 10.2.5 Mostrare informazioni interessanti di un avvistamento

Per mostrare alcune informazioni rilevanti di un avvistamento:

```
SELECT ?researcher ?sample ?specie ?country
WHERE {
  ?researcher a <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#Researcher> .
  ?researcher <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpotted> ?sighting .
  ?sighting <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#involved> ?sample .
  ?sample <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#hasSpecie> ?specie .
  ?sighting <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#doneInCountry> ?country .
}
```

researcher	sample	specie	country
Researcher1	S1	Carp	dbpedia:United_States
Researcher1	S4	Crocodile	dbpedia:United_States
Researcher2	S2	Crownfish	dbpedia:Australia
Researcher3	S5	Seal	dbpedia:Brazil

### 10.2.6 Elencare le nazioni che hanno almeno un avvistamento ed il numero di avvistamenti

Per mostrare il numero di avvistamenti che sono stati fatti nelle nazioni in cui è stato fatto almeno un avvistamento:

```
SELECT ?country (COUNT(?sighting) AS ?sightingCount)
WHERE {
  ?sighting <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#doneInCountry> ?country .
}
```

country	sightingCount
dbpedia:United_States	"2"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>
dbpedia:Italy	"1"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>
dbpedia:Brazil	"1"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>
dbpedia:Australia	"1"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>

### 10.2.7 Elencare gli esemplari avvistati in nazioni in cui sono insoliti

Per mostrare quali esemplari sono stati avvistati in nazioni che non appartengono a quelle tipiche per la loro specie:

PREFIX our: <http://bioportal.bioontology.org/ontologies/FISHO#>  
SELECT ?sample ?sightingCountry  
WHERE {  
 ?sample our:hasSpecie ?specie.  
 ?sighting our:involved ?sample.  
 ?sighting our:doneInCountry ?sightingCountry.  
  
 FILTER NOT EXISTS {  
 ?specie our:usuallyIsIn ?typicalCountry.  
 FILTER (?sightingCountry = ?typicalCountry)  
 }  
}

	sample	sightingCountry
S2	dbpedia:Italy	
S5	dbpedia:Brazil	

## Capitolo 11

# CONCLUSIONI

L'estensione e modifica dell'ontologia FISHO da noi fatta è un ulteriore esempio di flessibilità ed interoperabilità delle ontologie e delle tecnologie del web semantico.

Tale progetto si è dunque rivelato utile per sottolineare l'importanza ed il potenziale delle ontologie nel moderno mondo data-driven.

Le modifiche fatte all'ontologia FISHO hanno espanso la sua applicabilità, rendendola più versatile e flessibile.

In particolare, l'aggiunta degli avvistamenti marini ha potenziato in maniera significativa l'importanza dell'ontologia nel dominio del monitoraggio ecologico, della distribuzione in tempo reale della fauna marina e dei comportamenti ed abitudini tipiche degli esemplari marini.

Nella moderna epoca dei big data il bisogno di data model ricchi e ben strutturati cresce in maniera esponenziale.

In tal senso le ontologie rappresentano uno strumento fondamentale, in quanto in grado di rappresentare conoscenza in modo sia machine-readable che human-readable (tramite appositi strumenti come Protege).

Questa accessibilità duale rende le ontologie indispensabili per un vasto spettro di applicazioni, non solo accademiche ma anche pratiche.

In conclusione il lavoro di espansione dell'ontologia è stato molto stimolante ed utile a comprendere da un punto di vista più pratico gli interessanti argomenti affrontati durante le lezioni teoriche del corso.

E' stato molto interessante valutare le possibilità delle ontologie e delle loro possibili espansioni per gestire dataset complessi.

In particolare la nostra espansione, per quanto limitata e focalizzata sull'ambito accademico, rappresenta comunque un esempio di come lo strumento informatico, le ontologie ed il web semantico possano apportare importanti contributi nella preservazione e controllo delle specie a rischio, miglioran-

do anche la capacità umana di comprendere e scoprire comportamenti ed abitudini animali ancora piuttosto oscuri.