

AnthropOntology

Elaborato per il corso di Web Semantico

Alberto Di Girolamo - 0001086465
alberto.digirolamo2@studio.unibo.it

Giugno 2024

Contents

1	Introduzione	3
2	Tecnologie e linguaggi utilizzati	4
2.1	Protégé	4
2.1.1	Funzionalità Utilizzate	4
2.1.2	Workflow con Protégé	4
2.2	Linguaggi Utilizzati	5
2.2.1	RDF (Resource Description Framework)	5
2.2.2	OWL (Web Ontology Language)	5
2.2.3	SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)	5
2.2.4	SWRL (Semantic Web Rule Language)	5
3	Analisi del Dominio	6
3.1	Utilità dell'ontologia	6
3.2	Ontologie Esistenti nel Campo dell'Antropologia	6
4	Ontologia	8
4.1	Human Specie	9
4.2	Habitat	10
4.2.1	Importazione e Struttura della Classe Habitat	10
4.2.2	Collegamenti tra Habitat, Flora, Fauna e Weather Condition	10
4.2.3	Collegamenti tra Habitat, Geographic Position e Archaeological Site	11
4.3	Alimentation	11
4.4	Hallmarks	12
4.4.1	SkullCharacteristic	12
4.4.2	ModeWalk	12
4.4.3	ArmCharacteristic	12
4.4.4	Dentition	13
4.5	Development	13
4.5.1	Brain	13
4.5.2	Communication	13
4.6	Evolution Dynamic	14
4.7	Habitation	14
4.8	Habit	15
4.8.1	Farming	15
4.8.2	Fishing	15
4.8.3	Hunt	15
4.9	TimeSpan	16
4.10	hasHabitGeographicPosition	16
4.11	hasHabitatFlora	17
4.12	Inverse property	17
4.13	Ontologie integrate	17

5	Dati e interrogazioni	19
5.1	Regole SWRL	19
5.1.1	Utilità e Funzionamento di AutomaticFarmingToFlora	19
5.1.2	Utilità e Funzionamento di AutomaticFishingtoFauna	19
5.1.3	Utilità e Funzionamento di AutomaticHuntToFauna	20
5.1.4	Utilità e funzionamento di AutomaticMigrationAbility	20
5.2	Query SPARQL	21
5.2.1	Individual di un Habitat	21
5.2.2	Migration ability	22
5.2.3	HumanSpecie e Archaeological Site	23
5.2.4	Human Species and Evolution Dynamics	24
6	Conclusioni	25
6.1	Funzione e Utilità dell’Ontologia Realizzata	25
6.2	Possibili Sviluppi Futuri	25

Chapter 1

Introduzione

Nel panorama della ricerca antropologica, l'organizzazione e la rappresentazione sistematica delle informazioni sono elementi chiave per comprendere le dinamiche evolutive e culturali delle specie umane. L'ontologia rappresenta uno strumento potente in questo contesto, permettendo di strutturare dati complessi in modo coerente e interrogabile. L'ontologia "AnthropOntology" riportata nei prossimi capitoli, è stata progettata per mappare le specie umane e le loro caratteristiche, integrando concetti legati agli habitat, alle abitudini alimentari, alle dinamiche evolutive e alle interazioni ambientali.

La creazione di "AnthropOntology" è stata guidata dalla necessità di disporre di un modello strutturato e condiviso per rappresentare informazioni dettagliate sulle specie umane. Le ontologie esistenti nel campo dell'antropologia, sebbene utili, non offrono una copertura specifica e integrata delle caratteristiche umane. "AnthropOntology" mira a colmare questa lacuna, fornendo una struttura dettagliata e specifica che può essere utilizzata per l'analisi, l'interrogazione e la conservazione dei dati antropologici.

La metodologia adottata per la progettazione di "AnthropOntology" si basa sui principi del Web Semantico e dell'ingegneria ontologica. Sono state utilizzate tecniche di modellazione concettuale per definire le classi, le proprietà e le relazioni dell'ontologia. Inoltre, l'integrazione di concetti provenienti da ontologie riconosciute a livello internazionale come ENVO e CIDOC CRM ha arricchito la struttura dell'ontologia, migliorandone l'interoperabilità e la coerenza semantica.

Chapter 2

Tecnologie e linguaggi utilizzati

La progettazione e lo sviluppo dell'ontologia "AnthropOntology" hanno richiesto l'uso di diverse tecnologie e linguaggi. Questi strumenti hanno facilitato la creazione, la gestione e la verifica dell'ontologia, garantendo che fosse ben strutturata e facilmente interrogabile.

2.1 Protégé

Protégé è uno degli strumenti più utilizzati per la creazione e la gestione di ontologie. Si tratta di un ambiente di sviluppo open-source che supporta la costruzione di ontologie per il Web Semantico. Protégé fornisce un'interfaccia utente grafica e una serie di plugin per semplificare la modellazione ontologica.

2.1.1 Funzionalità Utilizzate

- **Editor OWL:** Protégé supporta la creazione di ontologie in OWL (Web Ontology Language), che è lo standard W3C per la rappresentazione di ontologie nel Web Semantico. OWL consente di definire classi, proprietà e relazioni in modo formale e computazionalmente trattabile.
- **Reasoner:** Protégé integra vari reasoner, come HermiT e ELK, che permettono di inferire nuove conoscenze dalle informazioni esistenti. Questi strumenti verificano la coerenza dell'ontologia e deducono nuove relazioni tra le entità.
- **Plugin:** Protégé supporta una vasta gamma di plugin che estendono le funzionalità di base. Ad esempio, il plugin SWRLTab consente di creare regole SWRL per l'inferenza, mentre il plugin SPARQL permette di eseguire query sui dati RDF.

2.1.2 Workflow con Protégé

1. **Definizione delle Classi e delle Proprietà:** Il primo passo nello sviluppo di "AnthropOntology" è stato la definizione delle classi principali (es. Human Specie, Habitat) e delle loro proprietà (es. hasHabitat, hasFlora). Questo è stato realizzato utilizzando l'editor OWL di Protégé.
2. **Aggiunta di Individui e Relazioni:** Successivamente, sono stati aggiunti individui specifici alle classi definite e sono state create le relazioni tra di essi. Questo ha permesso di popolare l'ontologia con dati concreti e di verificare la coerenza delle definizioni.
3. **Uso dei Reasoner:** Utilizzando reasoner come HermiT, è stato possibile verificare la coerenza dell'ontologia e inferire nuove conoscenze. Ad esempio, il reasoner ha permesso di identificare relazioni implicite tra le specie umane e i loro habitat.

4. **Creazione di Regole SWRL:** Le regole SWRL sono state definite per automatizzare l'inferenza di nuove conoscenze. Protégé ha facilitato la creazione e la gestione di queste regole attraverso il plugin SWRLTab.
5. **Esecuzione di Query SPARQL:** Infine, il plugin SPARQL è stato utilizzato per interrogare l'ontologia e recuperare informazioni specifiche. Le query SPARQL hanno permesso di estrarre dati complessi basati su pattern definiti, migliorando l'analisi dei dati antropologici.

2.2 Linguaggi Utilizzati

2.2.1 RDF (Resource Description Framework)

RDF[2] è il framework standard per la rappresentazione dei dati nel Web Semantico. Ogni informazione in RDF è espressa sotto forma di tripla, composta da soggetto, predicato e oggetto. RDF permette di strutturare i dati in modo da renderli interoperabili e facilmente interrogabili.

2.2.2 OWL (Web Ontology Language)

OWL[1] è il linguaggio standard per la definizione di ontologie nel Web Semantico. Esso estende RDF[2] Schema (RDFS) con una maggiore espressività, permettendo di definire classi, proprietà e relazioni complesse. OWL supporta anche l'uso di reasoner per l'inferenza automatica di nuove conoscenze.

2.2.3 SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)

SPARQL[3] è il linguaggio di query per i dati RDF. Esso consente di definire pattern di ricerca complessi per recuperare informazioni specifiche da un dataset RDF. Ad esempio, SPARQL è stato utilizzato per interrogare "AnthropOntology" per estrarre dati dettagliati sulle specie umane e i loro habitat.

2.2.4 SWRL (Semantic Web Rule Language)

SWRL[4] è un linguaggio per la definizione di regole logiche nel contesto delle ontologie OWL. Le regole SWRL permettono di inferire nuove conoscenze dai dati esistenti, migliorando la capacità di rappresentazione e analisi dell'ontologia. Ad esempio in "AnthropOntology", SWRL è stato utilizzato per automatizzare l'inferenza di relazioni tra la capacità di migrare delle specie umane e la posizione geografica del loro habitat.

Chapter 3

Analisi del Dominio

L'ontologia è stata progettata per mappare le specie umane e le loro caratteristiche. L'obiettivo principale di questa ontologia è fornire una struttura organizzata per rappresentare informazioni dettagliate sulle diverse specie umane, inclusi aspetti fisici, comportamentali e di sviluppo. L'ontologia, chiamata "AnthropOntology", si estende anche a concetti correlati come siti archeologici e caratteristiche specifiche come il cranio.

3.1 Utilità dell'ontologia

Questa ontologia offre uno strumento strutturato e coerente per rappresentare le diverse specie umane e le loro caratteristiche, facilitando l'organizzazione, l'analisi e l'interrogazione dei dati antropologici. Utilizzando classi, proprietà e relazioni ben definite, l'ontologia permette di modellare in modo dettagliato e sistematico le informazioni sulle specie umane, inclusi i loro habitat, abitudini alimentari, capacità, dinamiche evolutive e condizioni climatiche.

L'ontologia consente ai ricercatori di collegare facilmente le specie umane a vari aspetti del loro ambiente e delle loro caratteristiche, migliorando la comprensione delle interazioni ecologiche, delle pratiche culturali e delle traiettorie evolutive. Inoltre, l'uso di proprietà inverse facilita la navigazione bidirezionale tra le entità, rendendo possibile interrogare i dati da prospettive diverse.

Questa ontologia è particolarmente utile per creare database integrati di conoscenza e supportare l'interoperabilità tra sistemi diversi. Rappresenta inoltre, uno strumento essenziale per la conservazione e la trasmissione delle conoscenze antropologiche, offrendo un modello condiviso e standardizzato per la comunità scientifica.

3.2 Ontologie Esistenti nel Campo dell'Antropologia

Esistono diverse ontologie nel campo dell'antropologia e delle scienze umane che trattano argomenti simili a quelli di AnthropOntology. Due esempi rilevanti sono l'ontologia **DOLCE+DnS Ultralite** e l'ontologia **OBO Foundry**.

1. **DOLCE+DnS Ultralite (DUL)**: è una versione semplificata di DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) combinata con l'ontologia DnS (Descriptions and Situations). Questa ontologia è stata progettata per essere facilmente integrabile in altre ontologie e per fornire un framework ontologico di base che supporta un'ampia gamma di applicazioni.
 - **Struttura**: DUL include concetti generici come oggetti, eventi, agenti e qualità, che sono applicabili a molti domini. Nel contesto antropologico, DUL può rappresentare concetti come gli esseri umani, le attività culturali, e i manufatti.
 - **Differenze**: Rispetto alla nostra ontologia, DUL è molto più generale e non si concentra specificamente sulle specie umane e le loro caratteristiche. DUL offre una struttura flessibile ma richiede

un'estensione specifica per trattare dettagli antropologici, mentre la nostra ontologia è specificamente progettata per rappresentare dettagli su specie umane, habitat, abitudini, e dinamiche evolutive.

2. **OBO Foundry (Open Biological and Biomedical Ontologies):** OBO Foundry è una suite di ontologie interoperabili che coprono vari aspetti delle scienze biologiche e biomediche. ENVO (Environmental Ontology) e Uberon (ontologia anatomica) sono esempi di ontologie parte della OBO Foundry.

- **Struttura:** Le ontologie OBO sono altamente modulari e ben strutturate, con un forte focus sulla coerenza e l'interoperabilità. ENVO, ad esempio, fornisce una ricca tassonomia degli habitat e delle caratteristiche ambientali, mentre Uberon offre dettagliati termini anatomici.
- **Differenze:** Mentre OBO Foundry offre ontologie estremamente dettagliate e specifiche per i domini biologici e ambientali, la nostra ontologia è specificamente centrata sull'antropologia, integrando concetti direttamente rilevanti per le specie umane, i loro comportamenti, e le loro interazioni con l'ambiente. OBO Foundry richiede spesso l'uso combinato di più ontologie per coprire l'intero spettro delle informazioni antropologiche, mentre la nostra ontologia tenta di fornire una copertura più diretta e integrata di questi concetti.

Mentre le ontologie come DUL e quelle di OBO Foundry offrono dettagli utili per vari aspetti della scienza, la nostra ontologia è specificamente ottimizzata per rappresentare in modo completo e dettagliato le informazioni sulle specie umane e le loro caratteristiche, offrendo un modello integrato e mirato per il campo dell'antropologia.

Chapter 4

Ontologia

Il dominio dell'antropologia e dell'evoluzione umana comprende una vasta gamma di concetti e fenomeni che riguardano l'origine, lo sviluppo e la diversificazione delle specie umane nel corso del tempo. Di seguito viene riportato lo schema generale dell'ontologia.

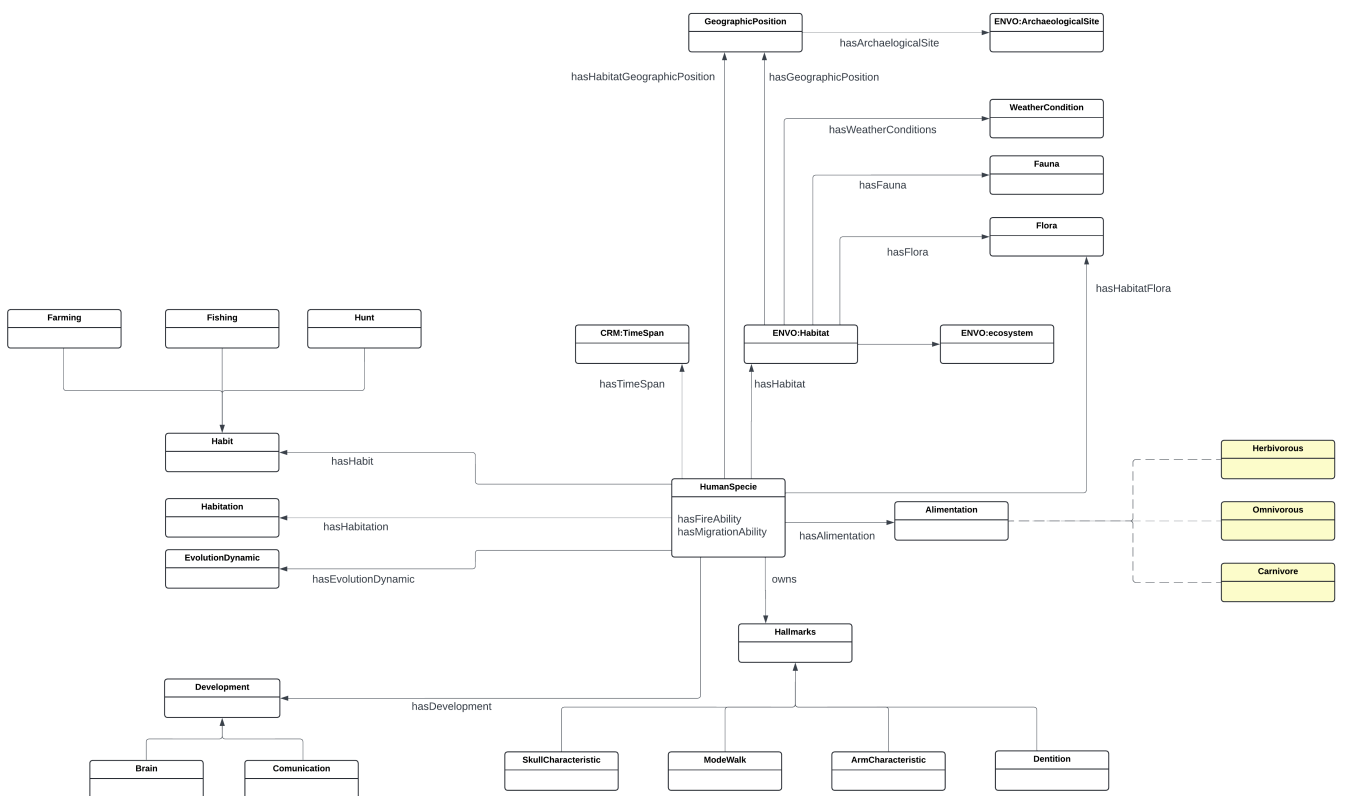


Figure 4.1: AnthropolOntology

A seguire viene scomposto ed analizzato lo schema riportato precedentemente.

4.1 Human Specie

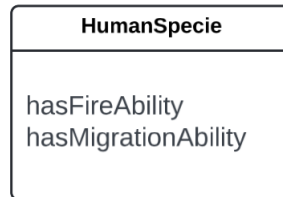


Figure 4.2: HumanSpecie

La classe `HumanSpecie` definisce le specie umane, includendo diverse sottospecie o gruppi etnici. Questa classe è necessaria per studiare la diversità biologica e genetica all'interno dell'antropologia e rappresenta la classe centrale dell'ontologia. È collegata a concetti per descrivere l'habitat nel suo complesso, a classi che rappresentano le caratteristiche fisiche e abitudini di una particolare specie umana, fino a gestire concetti rivolti che riguardano gli eventuali siti archeologici collegati. Le relazioni aiutano a comprendere come le specie umane si siano evolute nel tempo e come le variazioni genetiche e fisiche abbiano influenzato le diverse popolazioni. La classe `HumanSpecie` può essere utilizzata per analizzare l'impatto dell'ambiente e della cultura sull'evoluzione umana, considerando ad esempio data properties per gestire i concetti di migrazione (`hasMigrationAbility`) e accensione del fuoco (`hasFireAbility`).

4.2 Habitat

4.2.1 Importazione e Struttura della Classe Habitat

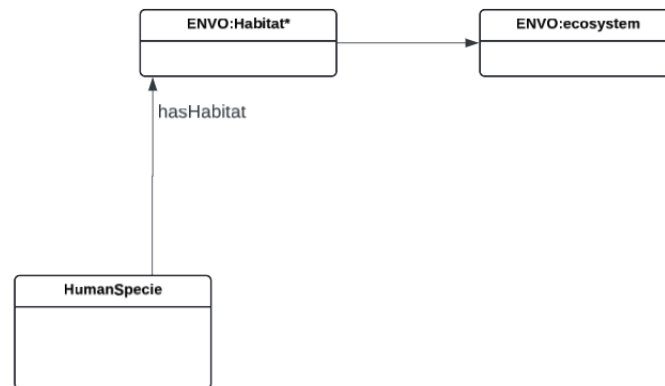


Figure 4.3: ENVO:habitat

La classe Habitat è stata importata dall'ontologia ENVO (Environmental Ontology), un'importante risorsa per rappresentare concetti legati all'ambiente. Nell'ontologia ENVO, Habitat è una sottoclasse di Ecosystem, anch'essa definita all'interno di ENVO. Un habitat è definito come un ambiente naturale specifico in cui vive un particolare gruppo di organismi. Questa struttura gerarchica consente di categorizzare in modo preciso e sistematico i vari ambienti naturali, facilitando lo studio delle interazioni ecologiche.

4.2.2 Collegamenti tra Habitat, Flora, Fauna e Weather Condition

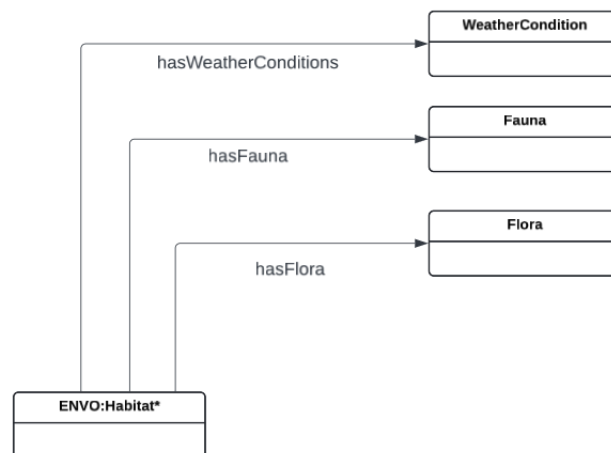


Figure 4.4: Flora, Fauna & Weather condition

La classe Habitat è strettamente collegata a Flora, Fauna e WeatherCondition, evidenziando l'interazione tra gli esseri viventi e il loro ambiente.

- **Flora:** La vegetazione di un habitat è essenziale per definire le caratteristiche ecologiche di quell'area. Le piante forniscono cibo, rifugio e contribuiscono alla struttura fisica dell'habitat.
- **Fauna:** Gli animali che vivono in un habitat sono un altro componente chiave. La Fauna di un habitat dipende dalle risorse disponibili, come cibo e rifugio, spesso forniti dalla vegetazione (Flora) e dalle

condizioni ambientali. Studiare la relazione tra Habitat e Fauna aiuta a comprendere le strategie di sopravvivenza degli animali e l'impatto delle attività umane sugli ecosistemi.

- **WeatherCondition:** Le condizioni meteorologiche influenzano profondamente la struttura e la funzione di un habitat. La relazione tra Habitat e WeatherCondition è importante per comprendere come le variabili climatiche, come temperatura, precipitazioni e umidità, influenzano la distribuzione delle specie e la loro capacità di adattamento.

4.2.3 Collegamenti tra Habitat, Geographic Position e Archaeological Site

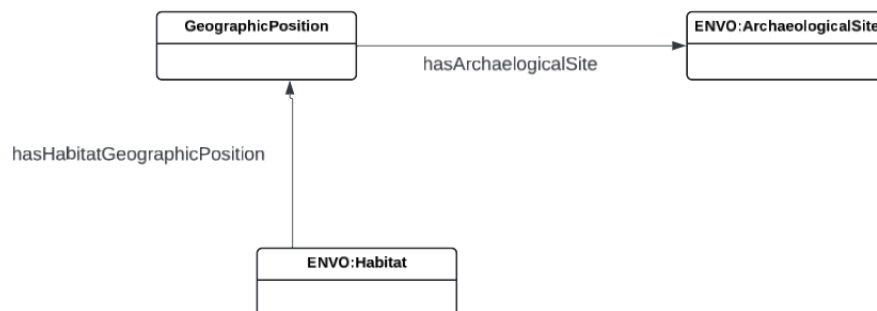


Figure 4.5: Archeological Site

La classe Habitat è collegata anche a GeographicPosition, che a sua volta si connette a ArchaeologicalSite.

- **GeographicPosition:** La posizione geografica di un habitat è importante per mappare e analizzare la distribuzione degli ecosistemi. GeographicPosition fornisce il luogo geografico specifico che identifica dove si trova un habitat.
- **ArchaeologicalSite:** I siti archeologici, importati anch'essi dall'ontologia ENVO, sono spesso situati all'interno di specifici habitat. Questa classe permette di memorizzare tutti i siti archeologici collegati ad una posizione geografica.

4.3 Alimentation

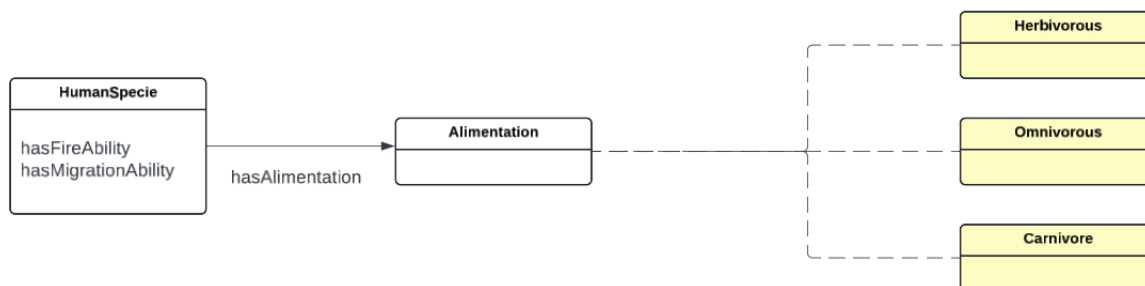


Figure 4.6: Human Specie & Alimentation

La classe Alimentation rappresenta le pratiche alimentari degli esseri umani, un aspetto fondamentale per comprendere la dieta e la nutrizione delle popolazioni. Questa classe è strettamente collegata a HumanSpecie, indicando come diverse specie umane o gruppi etnici abbiano sviluppato differenti abitudini alimentari nel corso del tempo. La relazione tra Alimentation e HumanSpecie è fondamentale per analizzare le variazioni nella dieta e per comprendere l'adattamento delle popolazioni umane ai loro ambienti.

La classe Alimentation è di tipo funzionale, il che significa che gli individui di HumanSpecie possono essere descritti da un solo individuo della classe Alimentation.

Gli individui possibili all'interno di questa classe includono Herbivorous, Omnivorous, e Carnivorous:

- **Herbivorous:** Rappresenta le popolazioni umane che si nutrono principalmente di piante
- **Omnivorous:** Indica le popolazioni che hanno una dieta varia che include sia piante che animali.
- **Carnivorous:** Definisce le popolazioni che si nutrono principalmente di carne.

4.4 Hallmarks

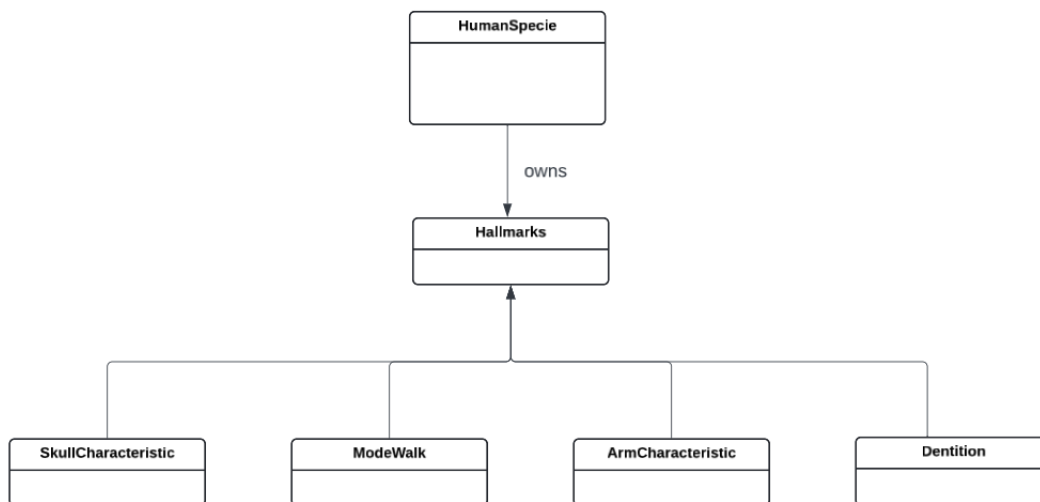


Figure 4.7: Hallmarks

La classe Hallmarks rappresenta alcuni dei segni particolari distintivi di una specifica specie umana (HumanSpecie). Questi tratti distintivi sono fondamentali per identificare e studiare le caratteristiche uniche delle diverse popolazioni umane. La relazione tra HumanSpecie e Hallmarks è mediata dalla proprietà owns, indicando che una particolare specie umana possiede determinati segni distintivi.

La classe Hallmarks è suddivisa in quattro sottoclassi principali, ciascuna delle quali descrive un aspetto specifico delle caratteristiche umane

4.4.1 SkullCharacteristic

Questa sottoclasse definisce le caratteristiche craniche delle specie umane. Tali caratteristiche possono includere la forma e le dimensioni del cranio, la struttura delle ossa facciali e altre peculiarità anatomiche. Lo studio di SkullCharacteristic è importante per comprendere l'evoluzione e la diversità delle specie umane, nonché per identificare relazioni filogenetiche tra differenti popolazioni.

4.4.2 ModeWalk

La sottoclasse ModeWalk descrive il modo di camminare e la postura delle specie umane. Questo include l'analisi della struttura ossea e muscolare che influenza la locomozione bipede.

4.4.3 ArmCharacteristic

Questa sottoclasse riguarda le caratteristiche degli arti superiori delle specie umane, come la lunghezza delle braccia, la struttura delle mani e la capacità di manipolazione degli oggetti.

4.4.4 Dentition

La sottoclasse Dentition rappresenta le caratteristiche dentali delle specie umane, inclusi la forma, la dimensione e la disposizione dei denti. Le caratteristiche dentali possono anche rivelare informazioni sull'evoluzione delle specie umane e sui loro adattamenti ambientali.

4.5 Development

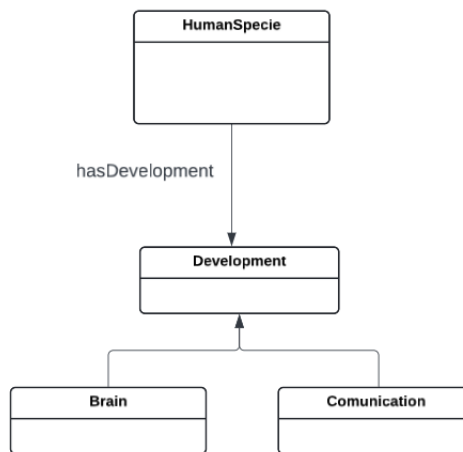


Figure 4.8: Development

La classe **Development** definisce il processo di sviluppo umano, comprendendo sia gli aspetti fisiologici che quelli culturali. Questo concetto è importante per capire come gli esseri umani crescono e si evolvono nel tempo, considerando fattori biologici e sociali. La relazione tra **Development** e **HumanSpecie** è mediata dalla proprietà **hasDevelopment**, che indica come una particolare specie umana sviluppa determinate caratteristiche nel corso della vita.

La classe **Development** è suddivisa in due sottoclassi principali, ciascuna delle quali esplora un aspetto specifico dello sviluppo umano.

4.5.1 Brain

Questa sottoclasse rappresenta lo sviluppo cerebrale delle specie umane, inclusi i cambiamenti nella struttura e nella funzionalità del cervello durante la crescita.

4.5.2 Communication

La sottoclasse **Communication** descrive lo sviluppo delle capacità comunicative degli esseri umani, includendo sia il linguaggio verbale che non verbale. Le caratteristiche di **Communication** permettono di comprendere come le specie umane interagiscono tra loro, trasmettono conoscenze e culture, e si organizzano socialmente.

4.6 Evolution Dynamic



Figure 4.9: Evolution Dynamic

La classe `EvolutionDynamic` si riferisce alle dinamiche evolutive che guidano l'evoluzione delle specie nel corso del tempo. Questi processi includono una vasta gamma di fenomeni biologici e ambientali che influenzano la distribuzione delle varianti genetiche all'interno di una popolazione attraverso le generazioni. Le dinamiche evolutive sono fondamentali per comprendere come le specie umane si siano adattate ai cambiamenti ambientali, alle pressioni selettive e alle interazioni sociali. La relazione tra `EvolutionDynamic` e `HumanSpecie` è mediata dalla proprietà `hasEvolutionDynamic`, che indica come una particolare specie umana abbia subito specifici cambiamenti evolutivi. Questi studi possono includere l'analisi di mutazioni genetiche, la deriva genetica, la selezione naturale e la migrazione, fornendo una comprensione dettagliata delle forze che modellano l'evoluzione umana.

4.7 Habitation



Figure 4.10: Habitation

La classe `Habitation` descrive le tipologie di abitazione delle specie umane, coprendo una varietà di strutture abitative che vanno dalle grotte ai villaggi. Questa classe è essenziale per comprendere le pratiche di insediamento e le strategie di sopravvivenza delle diverse popolazioni umane. La relazione tra `Habitation` e `HumanSpecie` è mediata dalla proprietà `hasHabitation`. Ad esempio, le abitazioni possono variare da rifugi naturali, come grotte, a strutture costruite come capanne, villaggi e città.

4.8 Habit

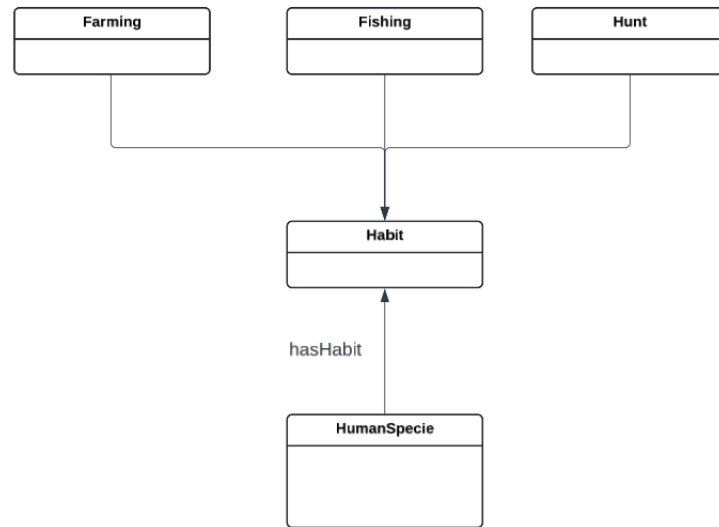


Figure 4.11: Habit

La classe Habit rappresenta le abitudini e le pratiche quotidiane degli esseri umani, che sono fondamentali per comprendere il comportamento culturale e sociale delle popolazioni. Habit è suddivisa in tre sottoclassi principali: Farming, Fishing e Hunt. Queste sottoclassi descrivono specifiche attività di sussistenza e strategie di sopravvivenza.

4.8.1 Farming

Questa sottoclasse rappresenta le piante che venivano coltivate.

4.8.2 Fishing

La sottoclasse Fishing indica le tipologie di pesci pescate prevalentemente.

4.8.3 Hunt

Questa sottoclasse rappresenta gli animali che venivano cacciati prevalentemente da una particolare specie umana.

4.9 TimeSpan

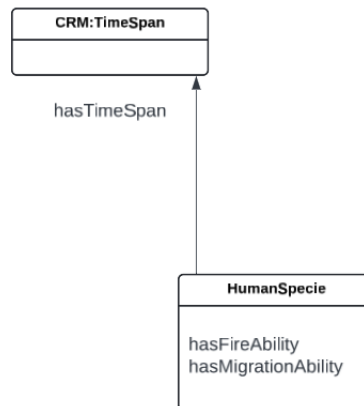


Figure 4.12: TimeSpan

La classe TimeSpan rappresenta un intervallo di tempo rilevante per lo studio antropologico, essenziale per la contestualizzazione storica degli eventi e delle entità. Strettamente legato con HumanSpecie tramite la relazione HasTimeSpan

4.10 hasHabitGeographicPosition

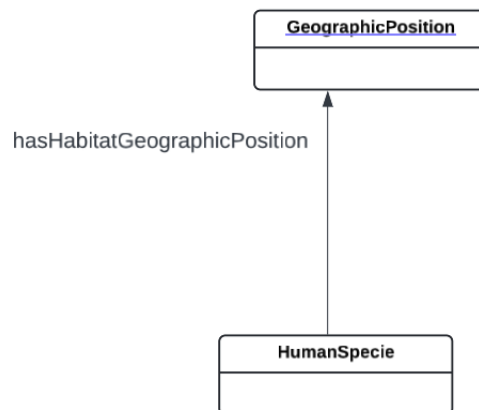


Figure 4.13: Habitat - Geographic Position

La proprietà *hasHabitGeographicPosition* rappresenta una Super Property of (chain) che collega direttamente HumanSpecie con GeographicPosition. Questa proprietà è una catena di proprietà che combina *hasHabitat* e *hasGeographicPosition*, permettendo di stabilire una relazione diretta tra le specie umane e la loro posizione geografica. Questa proprietà offre uno strumento diretto per collegare le specie umane con le loro posizioni geografiche, permettendo una comprensione più completa e dinamica delle abitudini degli individui di HumanSpecie.

4.11 hasHabitatFlora

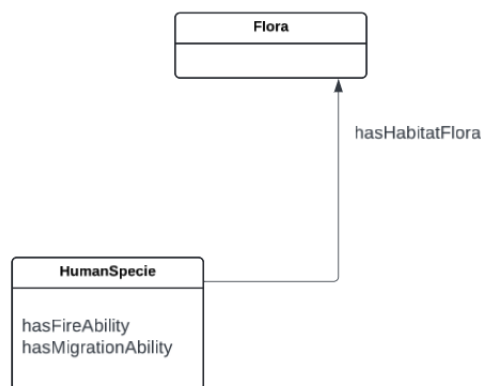


Figure 4.14: Habitat Flora

La proprietà `hasHabitatFlora` rappresenta una Super Property of (chain) che collega `HumanSpecie` con `Flora`. Questa proprietà è una catena di proprietà che combina `hasHabitat` e `hasFlora`, permettendo di stabilire una relazione diretta tra le specie umane e la flora del loro habitat.

4.12 Inverse property

Le proprietà inverse aiutano a mantenere la coerenza dei dati e garantiscono che le relazioni siano comprensibili da entrambe le direzioni. Nella progettazione dell'ontologia, le proprietà inverse sono spesso utilizzate per migliorare la semantica e la navigabilità dei dati.

Nella presente relazione, le proprietà inverse non sono state riportate per semplicità, al fine di focalizzare l'attenzione sulle relazioni dirette tra le entità e mantenere una descrizione più concisa e facilmente comprensibile.

Ad esempio, se una proprietà **hasAlimentation** collega una specie umana X a una dieta specifica Y , la sua proprietà inversa **isAlimentationOf** collegherà Y a X . Questo permette di interrogare l'ontologia sia dal punto di vista delle specie umane che delle diete.

4.13 Ontologie integrate

Per arricchire e ampliare l'ontologia, ho integrato concetti provenienti da ontologie esterne riconosciute e ben strutturate. Questi concetti forniscono una base solida e condivisa per la rappresentazione di informazioni complesse e specifiche. In particolare, ho importato i seguenti concetti:

- **Habitat**¹: Proveniente dall'ontologia ambientale ENVO (Environmental Ontology), questo concetto rappresenta l'habitat come l'ambiente naturale in cui vive un organismo o una specie. L'integrazione di questo concetto ci permette di descrivere in modo dettagliato e standardizzato gli habitat delle specie umane, includendo variabili ecologiche e geografiche rilevanti.
- **Time-span**²: Proveniente dall'ontologia CIDOC CRM (Conceptual Reference Model), il concetto di Time-span rappresenta un intervallo di tempo. L'uso di questo concetto permette di definire con precisione i periodi storici e geologici durante i quali le specie umane esistevano, migliorando la rappresentazione temporale dei dati nell'ontologia.

¹http://purl.obolibrary.org/obo/ENVO_01000739

²http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/E52_Time-Span

- **ArcheologicalSite**³: Anch'esso proveniente dall'ontologia ENVO, il concetto di ArcheologicalSite rappresenta i siti archeologici. L'integrazione di questo concetto consente di collegare le specie umane ai luoghi specifici dove sono stati ritrovati reperti e resti, facilitando lo studio e l'analisi delle evidenze archeologiche.

L'integrazione di questi concetti non solo arricchisce l'ontologia con termini e definizioni ben strutturati e condivisi a livello internazionale, ma migliora anche l'interoperabilità con altre ontologie e dataset, consentendo una rappresentazione più accurata e dettagliata delle informazioni antropologiche.

La creazione dell'ontologia ha sfruttato le tecnologie standard del Web Semantico. Inizialmente, è stato utilizzato il Resource Description Framework (RDF), che facilita l'elaborazione dei dati mediante motori di ricerca semantici, strumenti di gestione dei dati e ragionatori per l'inferenza. In un secondo momento, è stato introdotto il Resource Description Framework Schema (RDFS), un'estensione di RDF che permette di strutturare e organizzare le informazioni in modo più complesso e significativo. RDFS fornisce strumenti per definire classi, sottoclassi, proprietà di collegamento tra risorse, sottoproprietà e relazioni tra classi, oltre a inferenze di base. Infine, è stato integrato il Web Ontology Language 2 (OWL2), che offre capacità di modellazione semantica avanzate. OWL2 comprende una vasta gamma di costrutti per rappresentare concetti complessi e restrizioni su classi e proprietà, supportando anche il ragionamento automatico per derivare nuove informazioni dai dati esistenti. OWL2 è compatibile con RDF e RDFS, poiché ne costituisce un'estensione.

Di seguito si notino alcune metriche che danno un'indicazione sulle dimensioni dell'ontologia:

Axiom	587
Logical axiom count	373
Declaration axioms count	175
Class count	29
Object property count	35
Data property count	2
Individual count	92
Annotation Property count	20
Class assertion	166
Object property assertion	103

³http://purl.obolibrary.org/obo/ENVO_00000564

Chapter 5

Dati e interrogazioni

5.1 Regole SWRL

Le regole SWRL (Semantic Web Rule Language) sono estremamente utili per arricchire e inferire nuove conoscenze all'interno di un'ontologia. Permettono di definire regole logiche che possono essere applicate ai dati per generare nuove relazioni o classi basate su condizioni specifiche. L'utilizzo di SWRL consente di automatizzare processi complessi, migliorare l'accuratezza dei dati e garantire la coerenza all'interno dell'ontologia. Inoltre, le regole SWRL facilitano l'analisi e l'estrazione di informazioni rilevanti, supportando la presa di decisioni informate e la scoperta di nuove conoscenze.

L'uso di queste regole SWRL permette di estendere automaticamente l'ontologia con nuove informazioni derivate, migliorando la capacità di rappresentare accuratamente le interazioni e le pratiche culturali delle specie umane.

5.1.1 Utilità e Funzionamento di AutomaticFarmingToFlora

$$\begin{aligned} & \text{AnthropOntology:Farming} (? \text{plant}) \wedge \text{AnthropOntology:HumanSpecie} (? \text{specie}) \wedge \\ & \text{AnthropOntology:hasHabit} (? \text{specie}, ? \text{flora}) \rightarrow \text{AnthropOntology:Flora} (? \text{plant}) \end{aligned}$$

Questa regola identifica le piante coltivate dalle specie umane. La regola verifica se una pianta è associata alla pratica dell'agricoltura da parte di una specie umana e se questa specie ha un'abitudine legata alla flora. Se queste condizioni sono soddisfatte, la pianta viene classificata come parte della flora dell'habitat della specie. Questa regola è utile per automatizzare la classificazione delle piante coltivate e per arricchire l'ontologia con informazioni dettagliate sulle pratiche agricole delle specie umane.

5.1.2 Utilità e Funzionamento di AutomaticFishingtoFauna

$$\begin{aligned} & \text{AnthropOntology:Fishing} (? \text{fish}) \wedge \text{AnthropOntology:HumanSpecie} (? \text{specie}) \wedge \\ & \text{AnthropOntology:hasHabit} (? \text{specie}, ? \text{fauna}) \rightarrow \text{AnthropOntology:Fauna} (? \text{fish}) \end{aligned}$$

Questa regola identifica i pesci pescati dalle specie umane. La regola verifica se un pesce è associato alla pratica della pesca da parte di una specie umana e se questa specie ha un'abitudine legata alla fauna. Se

queste condizioni sono soddisfatte, il pesce viene classificato come parte della fauna dell'habitat della specie. Questa regola è utile per automatizzare la classificazione dei pesci pescati e per arricchire l'ontologia con informazioni dettagliate sulle pratiche di pesca delle specie umane.

5.1.3 Utilità e Funzionamento di AutomaticHuntToFauna

```

AnthropOntology:Hunt(?animal) ^ AnthropOntology:HumanSpecie(?specie) ^
AnthropOntology:hasHabit(?specie, ?hunt) -> AnthropOntology:Fauna(?animal)

```

Questa regola identifica gli animali cacciati dalle specie umane. La regola verifica se un animale è associato alla pratica della caccia da parte di una specie umana e se questa specie ha un'abitudine legata alla caccia. Se queste condizioni sono soddisfatte, l'animale viene classificato come parte della fauna dell'habitat della specie. Questa regola è utile per automatizzare la classificazione degli animali cacciati e per arricchire l'ontologia con informazioni dettagliate sulle pratiche di caccia delle specie umane.

5.1.4 Utilità e funzionamento di AutomaticMigrationAbility

La regola SWRL specificata è progettata per determinare automaticamente la capacità migratoria delle specie umane in base alla presenza di diversi habitat geografici. La regola è la seguente:

```

AnthropOntology:HumanSpecie(?s) ^
AnthropOntology:hasHabitatGeographicPosition(?s, ?pos1) ^
AnthropOntology:hasHabitatGeographicPosition(?s, ?pos2) ^
differentFrom(?pos1, ?pos2) -> AnthropOntology:hasMigrationAbility(?s, true)

```

- **Condizioni (Antecedente):** La regola verifica se una specie umana (?s) ha almeno due posizioni geografiche diverse (?pos1 e ?pos2) come habitat.
 - **AnthropOntology:HumanSpecie(?s):** Identifica l'individuo come una specie umana.
 - **AnthropOntology:hasHabitatGeographicPosition(?s, ?pos1):** Verifica che la specie umana abbia un habitat in una certa posizione geografica (?pos1).
 - **AnthropOntology:hasHabitatGeographicPosition(?s, ?pos2):** Verifica che la specie umana abbia un habitat in un'altra posizione geografica (?pos2).
 - **differentFrom(?pos1, ?pos2):** Conferma che le due posizioni geografiche sono diverse.
- **Conclusione (Consequente):** Se tutte le condizioni sono soddisfatte, la specie umana (?s) viene classificata come avente la capacità di migrare (**AnthropOntology:hasMigrationAbility(?s, true)**).

Questa regola è molto utile per inferire automaticamente la capacità migratoria delle specie umane basandosi sui dati geografici presenti nell'ontologia. Essa permette di arricchire l'ontologia con informazioni dedotte che altrimenti richiederebbero analisi manuali. Identificare le specie umane con capacità migratorie è importante per comprendere le dinamiche di dispersione, l'adattamento a nuovi ambienti, e le interazioni tra diverse popolazioni umane.

5.2 Query SPARQL

SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) è un linguaggio di query progettato per interrogare e manipolare i dati memorizzati in formato RDF (Resource Description Framework). SPARQL consente agli utenti di estrarre informazioni specifiche da grandi dataset strutturati, definendo modelli di ricerca precisi e complessi. Nella nostra ontologia antropologica, le query SPARQL sono fondamentali per recuperare dati dettagliati sulle specie umane, i loro habitat, abitudini, e altre caratteristiche correlate. Utilizzando SPARQL, possiamo eseguire ricerche mirate che sfruttano la struttura gerarchica e semantica dell'ontologia, ottenendo risposte rapide e accurate alle nostre domande di ricerca.

5.2.1 Individual di un Habitat

La query SPARQL sottostante cerca di recuperare informazioni sulla flora, fauna e specie umane associate ad un particolare habitat.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX ex: <http://www.semanticweb.org/AnthropOntology#>

SELECT ?flora ?fauna ?humanSpecie
WHERE {
  # The individual habitat
  ex:savannah ex:hasFlora ?flora .
  ex:savannah ex:hasFauna ?fauna .
  ex:savannah ex:isHabitatOf ?humanSpecie .
}
```

Funzionamento e Output della Query:

1. **Prefissi:** La query inizia con la dichiarazione dei prefissi, che abbreviano gli URI (Uniform Resource Identifier) per facilitare la scrittura e la lettura delle query. I prefissi includono:
 - **owl** per l'ontologia Web Ontology Language.
 - **rdf** per il framework RDF.
 - **rdfs** per RDF Schema.
 - **ex** per la nostra ontologia specifica (AnthropOntology).
2. **SELECT Clause:** La query specifica le variabili **?flora**, **?fauna**, e **?humanSpecie** che vogliamo recuperare.
3. **WHERE Clause:** Questa sezione definisce il pattern di ricerca:
 - **ex:savannah ex:hasFlora ?flora .** : Cerca tutte le flore associate all'habitat della savana.
 - **ex:savannah ex:hasFauna ?fauna .** : Cerca tutte le faune associate all'habitat della savana.
 - **ex:savannah ex:isHabitatOf ?humanSpecie .** : Cerca tutte le specie umane che vivono nell'habitat della savana.

Output Atteso: L'output della query sarà un insieme di triplette che associano la flora, la fauna e le specie umane specifiche all'habitat della savana. Ad esempio, l'output potrebbe includere risultati come:

?flora	?fauna	?humanSpecie
ex:xerofili	ex:lion	ex:australopithecusAfricanus
ex:xerofili	ex:elephant	ex:australopithecusAfricanus
ex:xerofili	ex:giraffe	ex:australopithecusAfricanus
ex:xerofili	ex:zebra	ex:australopithecusAfricanus
ex:SavannahGrass	ex:lion	ex:australopithecusAfricanus
ex:SavannahGrass	ex:elephant	ex:australopithecusAfricanus
ex:SavannahGrass	ex:giraffe	ex:australopithecusAfricanus
ex:SavannahGrass	ex:zebra	ex:australopithecusAfricanus

5.2.2 Migration ability

La query SPARQL di seguito è utilizzata per ottenere gli individui di **HumanSpecie** che hanno la proprietà **hasMigrationAbility** impostata su **true** e le rispettive posizioni geografiche associate tramite la proprietà **hasHabitatGeographicPosition**:

```
SELECT ?human ?position
WHERE {
  ?human ex:hasMigrationAbility true .
  ?human ex:hasHabitatGeographicPosition ?position .
}
```

Questa query interroga il dataset per identificare tutti gli individui di **HumanSpecie** che possiedono la capacità di migrare (**hasMigrationAbility** impostata su **true**). Per ciascuno di questi individui, la query restituisce anche la posizione geografica collegata tramite la proprietà **hasHabitatGeographicPosition**.

Un possibile risultato della query è il seguente:

human	position
ex:australopithecusAfricanus	ex:southAfrica
ex:australopithecusAfricanus	ex:EastAfrica
ex:homoSapiens	ex:globalDistribution

Questo risultato mostra che l'individuo **ex:australopithecusAfricanus** ha due posizioni geografiche associate, **ex:southAfrica** e **ex:EastAfrica**, mentre l'individuo **ex:homoSapiens** ha una distribuzione geografica globale (**ex:globalDistribution**).

5.2.3 HumanSpecie e Archaeological Site

La query SPARQL riportata di seguito è progettata per recuperare gli individui di HumanSpecie e i siti archeologici associati alle loro posizioni geografiche.

```
PREFIX ex: <http://www.semanticweb.org/AnthropOntology#>
```

```
SELECT ?individual ?site
```

```
WHERE {
```

```
  ?individual a ex:HumanSpecie .
```

```
  ?habitat ex:isHabitatOf ?individual .
```

```
  ?geoPosition ex:isGeographicPositionOf ?habitat .
```

```
  ?site ex:isArcheologicalSiteOf ?geoPosition .
```

```
}
```

Questa query è progettata per identificare la relazione tra individui appartenenti alla classe HumanSpecie e i siti archeologici che sono collegati alle loro posizioni geografiche attraverso gli habitat in cui vivono.

La query specifica un insieme di triple pattern che definiscono le relazioni tra le diverse entità:

- **?individual a ex:HumanSpecie:** Questa tripla pattern identifica tutti gli individui appartenenti alla classe HumanSpecie.
- **?habitat ex:isHabitatOf ?individual:** Questa tripla pattern collega un habitat specifico all'individuo della specie umana.
- **?geoPosition ex:isGeographicPositionOf ?habitat:** Questa tripla pattern associa una posizione geografica all'habitat.
- **?site ex:isArcheologicalSiteOf ?geoPosition:** Questa tripla pattern collega un sito archeologico alla posizione geografica.

I risultati della query restituiscono coppie di individui di HumanSpecie e i rispettivi siti archeologici. Questo permette di capire dove si trovano geograficamente le popolazioni umane storiche e quali siti archeologici sono associati a quelle posizioni.

Un possibile risultato della query è il seguente:

individual	site
ex:australopithecusAfricanus	ex:laetoli
ex:australopithecusAfricanus	ex:makapansgat
ex:australopithecusAfricanus	ex:sterkfontein
ex:homoSapiens	ex:blombosCave

Ecco alcune delle implicazioni e utilità dei risultati:

1. **Ricostruzione Storica:** I risultati possono essere utilizzati per ricostruire le migrazioni e i modelli di insediamento delle popolazioni umane nel passato, analizzando i siti archeologici collegati alle loro posizioni geografiche.

2. **Studio delle Interazioni Ambientali:** Collegare gli individui di HumanSpecie agli habitat e alle posizioni geografiche aiuta a comprendere come le antiche popolazioni interagivano con il loro ambiente naturale e quali risorse utilizzavano.
3. **Conservazione del Patrimonio Culturale:** Identificare i siti archeologici associati a specifiche specie umane può supportare gli sforzi di conservazione del patrimonio culturale, evidenziando aree di importanza storica e archeologica.
4. **Analisi Geospaziale:** I dati ottenuti possono essere utilizzati in strumenti di analisi geospaziale per visualizzare e analizzare le distribuzioni spaziali delle popolazioni umane e dei siti archeologici, fornendo nuove intuizioni sulle dinamiche storiche e culturali.

5.2.4 Human Species and Evolution Dynamics

La query SPARQL seguente è progettata per recuperare informazioni sulle specie umane e le loro dinamiche evolutive all'interno di un determinato intervallo di tempo.

```
PREFIX ex: <http://www.semanticweb.org/AnthropOntology#>

SELECT ?humanSpecies ?evolutionDynamic
WHERE {
  ?humanSpecies ex:hasEvolutionDynamic ?evolutionDynamic .
  ?humanSpecies ex:hasTimeSpan ?timeSpan .
  FILTER(?timeSpan = <http://example.org/ontology#300000_BP_-_Present>)
}
```

- **SELECT Clause:** La query specifica le variabili ?humanSpecies e ?evolutionDynamic che vogliamo recuperare.
- **WHERE Clause:** Questa sezione definisce il pattern di ricerca:
 - ?humanSpecies ex:hasEvolutionDynamic ?evolutionDynamic .: Cerca tutte le specie umane e le loro dinamiche evolutive.
 - ?humanSpecies ex:hasTimeSpan ?timeSpan .: Cerca l'intervallo di tempo associato a ciascuna specie umana.
 - FILTER(?timeSpan = <http://example.org/ontology#300000_BP_-_Present>): Filtra i risultati per includere solo le specie umane che esistono nell'intervallo di tempo compreso tra 300.000 anni fa e il presente.

L'output della query sarà un insieme di risultati che mostrano le specie umane e le loro dinamiche evolutive all'interno del periodo di tempo specificato. Ad esempio, l'output potrebbe includere risultati come:

humanSpecies	evolutionDynamic
ex:homoSapiens	ex:rapidAdaptation

Questa query è particolarmente utile per gli antropologi e i ricercatori interessati a studiare come le specie umane si sono evolute nel tempo, specificamente dal periodo di 300.000 anni fa fino al presente. Recuperando informazioni sulle dinamiche evolutive delle specie umane in questo intervallo di tempo.

Chapter 6

Conclusioni

Nel corso di questa relazione, è stato descritto la progettazione e lo sviluppo di "AnthropOntology", un'ontologia dedicata alla mappatura delle specie umane e delle loro caratteristiche. Sono state esplorate le diverse componenti dell'ontologia, comprese le classi principali come **Human Specie**, **Habitat**, **Alimentation**, e **Hallmarks**, e come queste siano interconnesse per rappresentare le informazioni sulle specie umane in modo dettagliato e sistematico. Inoltre, si è discusso dell'integrazione di ontologie esistenti come ENVO e CIDOC CRM per arricchire l'ontologia con concetti ben strutturati e condivisi a livello internazionale.

6.1 Funzione e Utilità dell'Ontologia Realizzata

L'ontologia "AnthropOntology" offre numerosi benefici per la comunità scientifica e la ricerca antropologica. Fornisce una struttura organizzata per rappresentare informazioni dettagliate sulle specie umane, facilitando l'organizzazione, l'analisi e l'interrogazione dei dati antropologici. Utilizzando classi, proprietà e relazioni ben definite, consente ai ricercatori di collegare facilmente le specie umane a vari aspetti del loro ambiente e delle loro caratteristiche, migliorando la comprensione delle interazioni ecologiche, delle pratiche culturali e delle traiettorie evolutive.

6.2 Possibili Sviluppi Futuri

L'ontologia "AnthropOntology" può essere ulteriormente sviluppata e migliorata in diversi modi. Alcuni possibili sviluppi futuri includono:

- **Espansione delle Classi e delle Relazioni:** L'aggiunta di nuove classi e relazioni può arricchire ulteriormente l'ontologia, permettendo di rappresentare aspetti ancora più dettagliati delle specie umane e dei loro ambienti.
- **Integrazione con Altri Dataset:** Collegare "AnthropOntology" con altri dataset e ontologie esistenti può migliorare l'interoperabilità e la condivisione delle conoscenze tra diversi domini scientifici.
- **Sviluppo di Strumenti di Visualizzazione:** Creare strumenti di visualizzazione basati su questa ontologia potrebbe facilitare l'analisi e l'interpretazione dei dati, rendendo le informazioni più accessibili e comprensibili per un pubblico più ampio.
- **Applicazioni di Machine Learning:** L'uso di tecniche di machine learning può automatizzare l'estrazione e l'inferenza di nuove conoscenze dall'ontologia, migliorando l'efficienza e l'accuratezza delle analisi antropologiche.

Bibliography

- [1] Owl. <https://www.w3.org/OWL>.
- [2] Rdf. <https://www.w3.org/RDF/>.
- [3] Sparql. <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.
- [4] Swrl. <https://www.w3.org/submissions/SWRL/>.