

Beach Volleyball Ontology

Relazione Web Semantico

Andrea Zammarchi
`andrea.zammarchi3@studio.unibo.it`

A.A. 2023/2024

Indice

1	Analisi generale del dominio	3
1.1	Ontologie/Standard/Linguaggi Integrati	3
2	Design	5
2.1	Struttura dettagliata	7
2.1.1	Organo Direttivo	7
2.1.2	Competizione	7
2.1.3	Fase	8
2.1.4	Luogo	9
2.1.5	Partita	9
2.1.6	Squadra	10
2.1.7	Atleta	11
2.1.8	Performance	12
2.2	Regole SWRL	13
2.2.1	hasTwoMembers	13
2.2.2	canParticipateIn	14
3	Dati e Interrogazioni	15
3.1	Individuals	15
3.1.1	Atleti	15
3.1.2	Squadre	15
3.1.3	Competizioni	16
3.1.4	Fasi	16
3.1.5	Partite	17
3.1.6	Luoghi	17
3.1.7	Performance	18
3.2	Interrogazioni	19
3.2.1	Media degli attacchi per partita di un giocatore in una competizione	19
3.2.2	Media degli errori a muro per partita di una squadra in una competizione .	20
3.2.3	Media degli errori a servizio per partita di un giocatore in una competizione	21
3.2.4	Errori a muro fatti da un giocatore in tutte le competizioni da lui disputate	21
3.2.5	Squadra con la più alta media di attacchi per partita in una competizione .	22
3.2.6	Giocatore con il maggior numero di punti in una competizione	22
3.2.7	Numero di partite giocate da una squadra in una competizione	23
3.2.8	Percentuale di attacchi vincenti per giocatore in una competizione	24
3.2.9	Numero totale di punti segnati da tutti i giocatori in una competizione . .	24
3.2.10	Punti segnati da un giocatore in una competizione	25
4	Conclusioni	27
4.1	Sintesi dei Risultati	27
4.2	Sviluppi Futuri	27

Introduzione

Negli ultimi anni, è diventato sempre più comune sentir parlare di sport e tecnologia nella vita quotidiana, poiché queste due aree vengono sempre più integrate nei sistemi software che la popolazione utilizza quotidianamente. Un esempio tangibile di questa diffusione è l'uso di analisi avanzate e tecnologie di monitoraggio nelle competizioni sportive per migliorare le prestazioni degli atleti e l'esperienza degli spettatori. Parallelamente, c'è stato un aumento significativo nell'interesse e nello studio di questi campi nelle università e nelle aziende, poiché continuano a evolversi e a diventare sempre più complessi nel tempo.

Anche se esiste già un'ontologia chiamata **IPTC Sport Schema**[1], essa è pensata per essere applicata a tutti gli sport, con sotto-ontologie specifiche per alcuni sport principali come il calcio, ma non include una sotto-ontologia specifica per il beach volley. Pertanto, è stata presa la decisione di creare un'ontologia dedicata, chiamata **BVO** (***Beach Volleyball Ontology***), con l'obiettivo di organizzare in modo completo le tecnologie e le informazioni relative a questo sport. Questa ontologia comprenderà non solo le tecniche e le statistiche specifiche del beach volley, ma includerà anche informazioni sugli atleti coinvolti, sulle squadre, sugli eventi e le competizioni, oltre agli enti che supportano e finanziano questo sport.

L'ontologia BVO mira a colmare le lacune lasciate dall'IPTC Sport Schema, fornendo una struttura dettagliata e specializzata per il beach volleyball, che copra tutti gli aspetti necessari per una modellazione accurata e utile di questo sport dinamico e in crescita.

Capitolo 1

Analisi generale del dominio

La *Beach Volleyball Ontology* si concentra sull'intero dominio del beach volleyball. Per garantire una rappresentazione completa delle competizioni e delle prestazioni, sono state incluse informazioni sugli organizzatori degli eventi, le squadre e gli atleti che partecipano a tali competizioni.

In generale, l'ontologia si compone dei seguenti concetti:

- **Organo Direttivo:** un'azienda/organizzazione che supporta e finanzia progetti e competizioni di beach volleyball;
- **Competizione:** evento sportivo, composto da vari match, in cui si sfidano varie squadre di beach volleyball, con informazioni sulle diverse edizioni e gli organizzatori;
- **Match:** una singola partita all'interno di una competizione, con dettagli su squadre partecipanti, punteggi e altre statistiche;
- **Team:** rappresenta una squadra di beach volleyball composta da atleti che partecipano alle competizioni;
- **Atleta:** indica un giocatore di beach volleyball che partecipa alle competizioni e fa parte di un team;
- **Performance di un Atleta:** le prestazioni di un atleta in un match, comprendendo statistiche come attacchi, difese, errori, ecc.

1.1 Ontologie/Standard/Linguaggi Integrati

È fondamentale allineare la Beach Volleyball Ontology (BVO) con altre ontologie, poiché ciò facilita notevolmente l'interoperabilità tra esse e garantisce l'accuratezza dei concetti definiti. Questo principio, alla base del web semantico, permette a diverse ontologie di comunicare tra loro, consentendo a tutti di contribuire con nuove informazioni e concetti. Inoltre, questa pratica semplifica l'estensione dell'ontologia per l'introduzione di nuovi concetti precedentemente non inclusi. Nello specifico, owl, rdf, xml, xsd, rdfs, sport, schema e dcterms sono i prefissi delle ontologie scelte da integrare in BVO.

- **OWL (Web Ontology Language)**[3]: prefisso owl, è un linguaggio utilizzato per rappresentare la conoscenza sul web attraverso ontologie, fornendo una semantica formale per definire classi e relazioni.
- **RDF (Resource Description Framework)**[5]: prefisso rdf, è uno standard per descrivere risorse web e i loro metadati attraverso una struttura tripartita di soggetto-predicato-oggetto.
- **XML (Extensible Markup Language)**[9]: prefisso xml, è un linguaggio di markup flessibile e strutturato utilizzato per rappresentare dati.

- **XSD (XML Schema Definition)**[8]: prefisso `xsd`, è un linguaggio per definire la struttura e il contenuto di documenti XML.
- **RDFS (RDF Schema)**[4]: prefisso `rdfs`, è un'estensione di RDF che fornisce meccanismi per descrivere gruppi di risorse con proprietà comuni e relazioni tra di esse.
- **Sport Schema**[13]: prefisso `sport`, è un'ontologia specifica per rappresentare dati sportivi, comprese competizioni, squadre e atleti.
- **Schema.org**[12]: prefisso `schema`, è un vocabolario di dati strutturati utilizzato per annotare informazioni su pagine web in modo che i motori di ricerca possano comprenderle meglio.
- **Dublin Core**[11]: prefisso `dcterms`, è uno standard internazionale utilizzato per descrivere risorse digitali, gestendo i metadati riguardanti autori, licenze e titoli dell'ontologia.
- **SKOS**[6]: prefisso `skos`, è un modello di riferimento per la rappresentazione di schemi di organizzazione della conoscenza, come thesauri, tassonomie, classificazioni e altri tipi di vocabolari controllati.

Nell'ontologia sviluppata, sono stati utilizzati solo gli elementi ritenuti utili e necessari delle ontologie appena citate. Dal capitolo successivo, questi elementi saranno individuabili grazie al prefisso della rispettiva ontologia.

Capitolo 2

Design

Per la creazione della *Beach Volleyball Ontology* (**BVO**), sono state impiegate le tecnologie standard del Web Semantico per garantire una rappresentazione accurata e interoperabile delle informazioni. La prima tecnologia utilizzata è stata il Resource Description Framework (**RDF**)[5], che rappresenta i dati in forma di triple (soggetto, predicato, oggetto). Questa struttura consente di descrivere in modo chiaro e flessibile le relazioni tra atleti, squadre, competizioni e performance, facilitando l'interrogazione e l'elaborazione dei dati attraverso motori di ricerca semantici e strumenti di analisi.

Successivamente, è stato integrato il Resource Description Framework Schema (**RDFS**)[4], un'estensione di RDF che introduce la possibilità di definire vocabolari specifici e organizzare i dati in maniera gerarchica. RDFS è stato fondamentale per classificare i vari elementi del beach volleyball, come i tipi di competizione, le categorie di squadre e le caratteristiche degli atleti, oltre a stabilire relazioni e inferenze tra questi elementi.

Per una modellazione più sofisticata, è stato adottato il Web Ontology Language (**OWL**)[3], che permette di esprimere concetti complessi e specificare restrizioni sulle classi e proprietà. OWL è stato utilizzato per definire in modo dettagliato le regole e le condizioni che governano le competizioni di beach volleyball, le performance degli atleti e le dinamiche delle squadre, consentendo inoltre il ragionamento automatico per derivare nuove conoscenze dai dati esistenti.

Oltre a queste tecnologie di base, la BVO ha incorporato il vocabolario **Sport Schema**[13], specificamente progettato per rappresentare dati sportivi. Questo vocabolario ha facilitato l'integrazione di dettagli relativi a eventi sportivi, risultati delle partite e statistiche degli atleti. Inoltre, il vocabolario **Schema.org**[12] è stato utilizzato per arricchire le descrizioni con metadati standardizzati, migliorando l'interoperabilità con altre applicazioni web e motori di ricerca.

Infine, il **Dublin Core**[11] è stato impiegato per gestire i metadati relativi alle risorse dell'ontologia, come l'autore, la licenza e il titolo, assicurando una gestione organizzata e facilmente accessibile delle informazioni documentali.

Nella Tabella 2.1 sono presenti le metriche principali dell'ontologia BVO, calcolate utilizzando il programma *Protégé*[2], che è stato impiegato lungo tutto lo sviluppo del progetto.

Metrica	Conteggio
Axiom	2.267
Logical axiom count	1.803
Declaration axioms count	181
Class count	15
Object property count	22
Data property count	28
Individual count	117
Annotation property count	8

Tabella 2.1: Metriche dell'ontologia di beach volleyball

La Figura 2.1 presenta la struttura di BVO, dove:

- I cerchi bianchi sono `owl:Class`.
- I rettangoli verdi sono `owl:DatatypeProperty`.
- I rettangoli gialli sono `xsd:DataType`.
- Le scritte sulle frecce sono `owl:ObjectProperty`, che collegano un `rdfs:domain` a un `rdfs:range`.

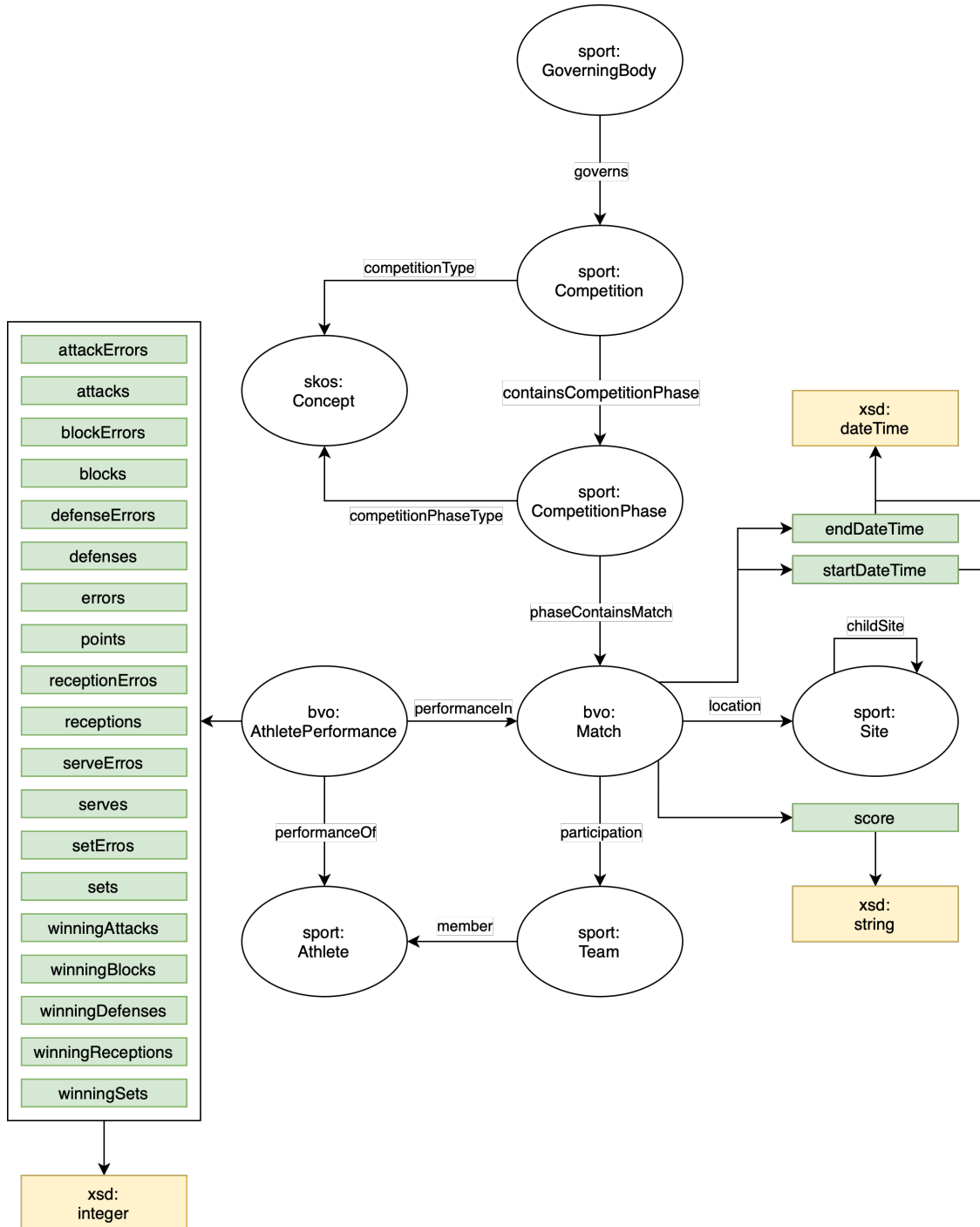


Figura 2.1: Struttura BVO.

2.1 Struttura dettagliata

2.1.1 Organo Direttivo

L'Organo Direttivo (classe `GoverningBody`) rappresenta un'entità che sovrintende e coordina le attività legate alle competizioni di beach volleyball.

```
### https://sportschema.org/ontologies/main/GoverningBody
sport:GoverningBody rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "The organisation that creates and polices the rules of a
    ↪ sports competition."@en ;
    rdfs:isDefinedBy sport: ;
    rdfs:label "Governing Body"@en ;
    rdfs:subClassOf schema:SportsOrganization .
```

Questo concetto è importato direttamente da *Sport Schema*, ma nell'ambito di BVO è stata aggiunta la proprietà `rdfs:subClassOf schema:SportsOrganization` per garantire l'interoperabilità con *schema.org*.

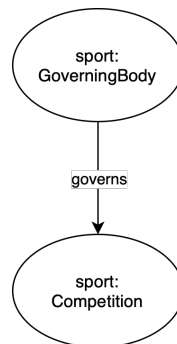


Figura 2.2: GoverningBody

L'Organo Direttivo (vedi Figura 2.2) ha una object property principale, `governs`, utilizzata per collegare un Organo Direttivo a una Competizione specifica che esso governa (con l'inversa `isGovernedBy`).

2.1.2 Competizione

La Competizione (classe `Competition`) rappresenta un evento sportivo specifico nell'ambito del beach volleyball, dove squadre e atleti competono tra loro.

```
### https://sportschema.org/ontologies/main/Competition
sport:Competition rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "A grouping of matches usually based on proximity by
    ↪ time."@en ;
    rdfs:isDefinedBy sport: ;
    rdfs:label "Competition"@en ;
    rdfs:subClassOf schema:SportsEvent .
```

Questo concetto è importato direttamente da *Sport Schema*, ma nell'ambito di BVO è stata aggiunta la proprietà `rdfs:subClassOf schema:SportsEvent` per garantire l'interoperabilità con *schema.org*.

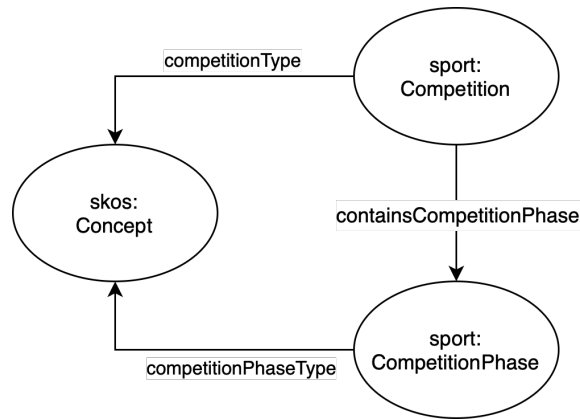


Figura 2.3: Competition

La Competizione (vedi Figura 2.3) ha diverse object properties principali, tra cui `containsCompetitionPhase` che collega una Competizione alle sue fasi specifiche (con l'inversa `phaseInCompetition`), e `competitionType` che collega una Competizione al tipo di competizione definito come un concetto SKOS (`skos`).

2.1.3 Fase

La Fase (classe `CompetitionPhase`) rappresenta una specifica fase di una competizione nell'ambito del beach volleyball. Ogni competizione può essere suddivisa in diverse fasi, ognuna delle quali può comprendere uno o più match.

```

### https://sportschema.org/ontologies/main/CompetitionPhase
sport:CompetitionPhase rdf:type owl:Class ;
  rdfs:comment "A sub-group of matches within a Competition such as
  ↪ the semi-finals."@en ;
  rdfs:isDefinedBy sport: ;
  rdfs:label "Competition Phase"@en .
  
```

Questo concetto è importato direttamente da *Sport Schema*.

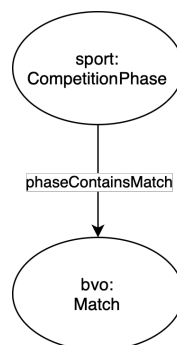


Figura 2.4: CompetitionPhase

La Fase (vedi Figura 2.4) ha una object property principale, `phaseContainsMatch`, utilizzata per collegare una Fase ai singoli Match che essa comprende (con l'inversa `matchInCompetitionPhase`).

2.1.4 Luogo

Il Luogo (classe **Site**) rappresenta il luogo fisico dove si svolgono i match di beach volleyball. Ogni competizione può comprendere diversi luoghi, ciascuno dei quali può ospitare uno o più match.

```
### https://sportschema.org/ontologies/main/Site
sport:Site rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "The location where an activity takes place."@en ;
    rdfs:isDefinedBy sport: ;
    rdfs:label "Site"@en ;
    rdfs:subClassOf schema:SportsActivityLocation .
```

Questo concetto è importato direttamente da *Sport Schema*, ma nell'ambito di BVO è stata aggiunta la proprietà `rdfs:subClassOf schema:SportsActivityLocation` per garantire l'interoperabilità con *schema.org*.

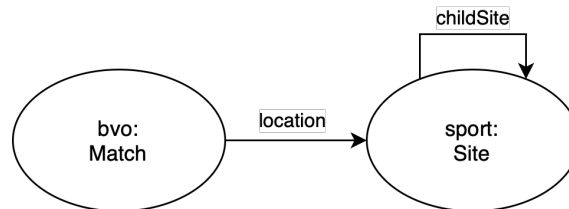


Figura 2.5: Site

Il Luogo (vedi Figura 2.5) ha come object property principale `childSite` (con l'inversa `parentSite`) che collega un luogo ad altri luoghi correlati o sottoluoghi. Ad esempio un'istanza di **Site** potrebbe essere *Cancun Arena* che comprende i campi (anch'essi istanze di **Site**) *Cancun Central Court* e *Cancun Court 2*.

2.1.5 Partita

La Partita (classe **Match**) rappresenta un singolo incontro di beach volleyball tra due squadre, che si svolge in un determinato luogo e tempo.

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/Match
bvo:Match rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "A contest of competitive actions that generates statistical
    ↪ results."@en ;
    rdfs:isDefinedBy <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/> ;
    rdfs:label "Match"@en ;
    rdfs:subClassOf sport:Event .
```

Questo concetto è stato creato appositamente per BVO con diverse proprietà per descrivere i dettagli della partita.

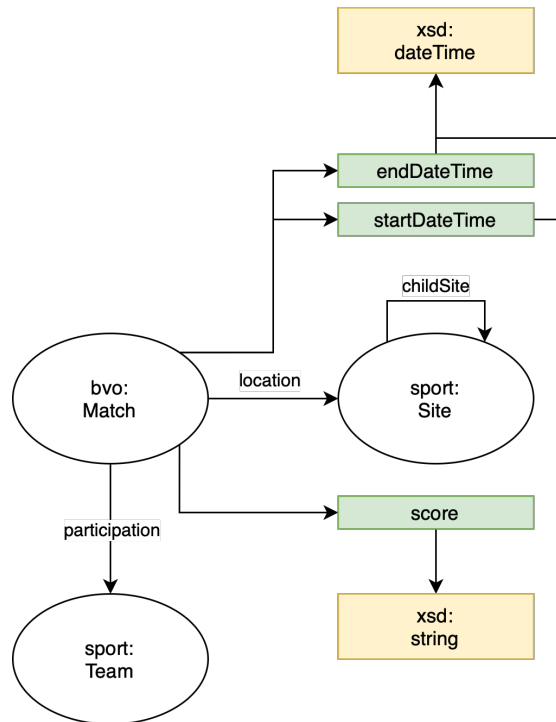


Figura 2.6: Match

La Partita (vedi Figura 2.6) ha diverse proprietà principali, tra cui **location**, che collega una Partita al luogo specifico (**Site**) dove si svolge, **startDateTime** e **endDateTime**, che indicano rispettivamente l'inizio e la fine della partita con valori di tipo **xsd:dateTime**, e **participation**, che collega una Partita alle squadre (**Team**) che vi partecipano. Inoltre, la proprietà **score** è utilizzata per registrare il punteggio della partita con valori di tipo **xsd:string**.

2.1.6 Squadra

La Squadra (classe **Team**) rappresenta un gruppo di atleti che competono insieme in una partita di beach volleyball.

```

### https://sportschema.org/ontologies/main/Team
sport:Team rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "A group of athletes competing as one entity."@en ;
    rdfs:isDefinedBy sport: ;
    rdfs:label "Team"@en ;
    rdfs:subClassOf schema:SportsTeam .
  
```

Questo concetto è importato direttamente da *Sport Schema*, ma nell'ambito di BVO è stata aggiunta la proprietà **rdfs:subClassOf schema:SportsTeam** per garantire l'interoperabilità con *schema.org*.

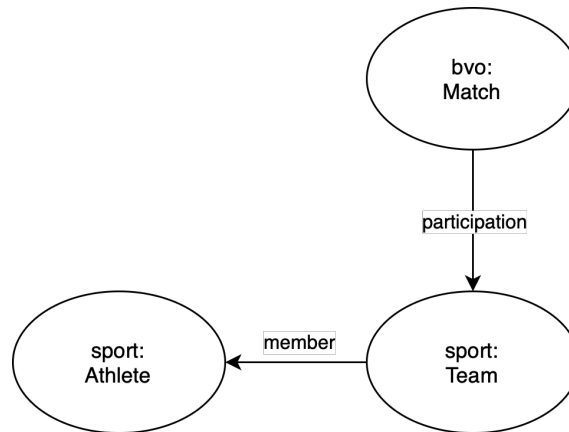


Figura 2.7: Team

La Squadra (vedi Figura 2.7) ha come object property principale `member`, che collega una Squadra ai singoli Atleti (`Athlete`) che ne fanno parte.

2.1.7 Atleta

L'Atleta (classe `Athlete`) rappresenta un giocatore di beach volleyball che partecipa alle partite e fa parte di una squadra.

```

### https://sportschema.org/ontologies/main/Athlete
sport:Athlete rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "A member of a team."@en ;
    rdfs:isDefinedBy sport: ;
    rdfs:label "Athlete"@en ;
    rdfs:subClassOf schema:Person .

```

Questo concetto (vedi Figura 2.8) è importato direttamente da *Sport Schema*, ma nell'ambito di BVO è stata aggiunta la proprietà `rdfs:subClassOf schema:Person` per garantire l'interoperabilità con *schema.org*.

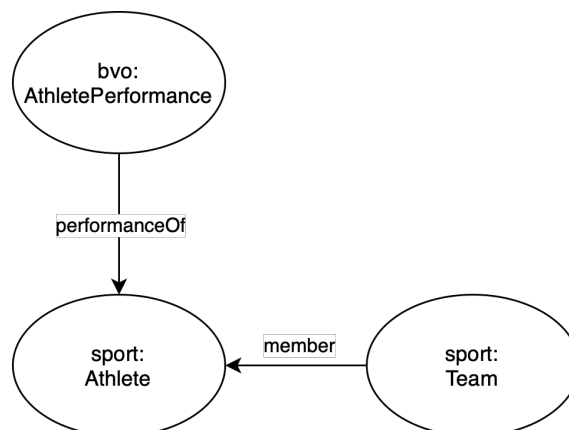


Figura 2.8: Athlete

2.1.8 Performance

La Performance (classe `AthletePerformance`) rappresenta le prestazioni di un atleta in una partita specifica di beach volleyball.

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/AthletePerformance
bvo:AthletePerformance rdf:type owl:Class ;
    rdfs:comment "Some kind of performance of an athlete in a match."@en
    ↪ ;
    rdfs:isDefinedBy
    ↪ <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/> ;
    rdfs:label "Athlete Performance"@en .
```

Questo concetto è definito nell'ambito di BVO per descrivere in dettaglio le varie metriche di performance di un atleta durante una partita.

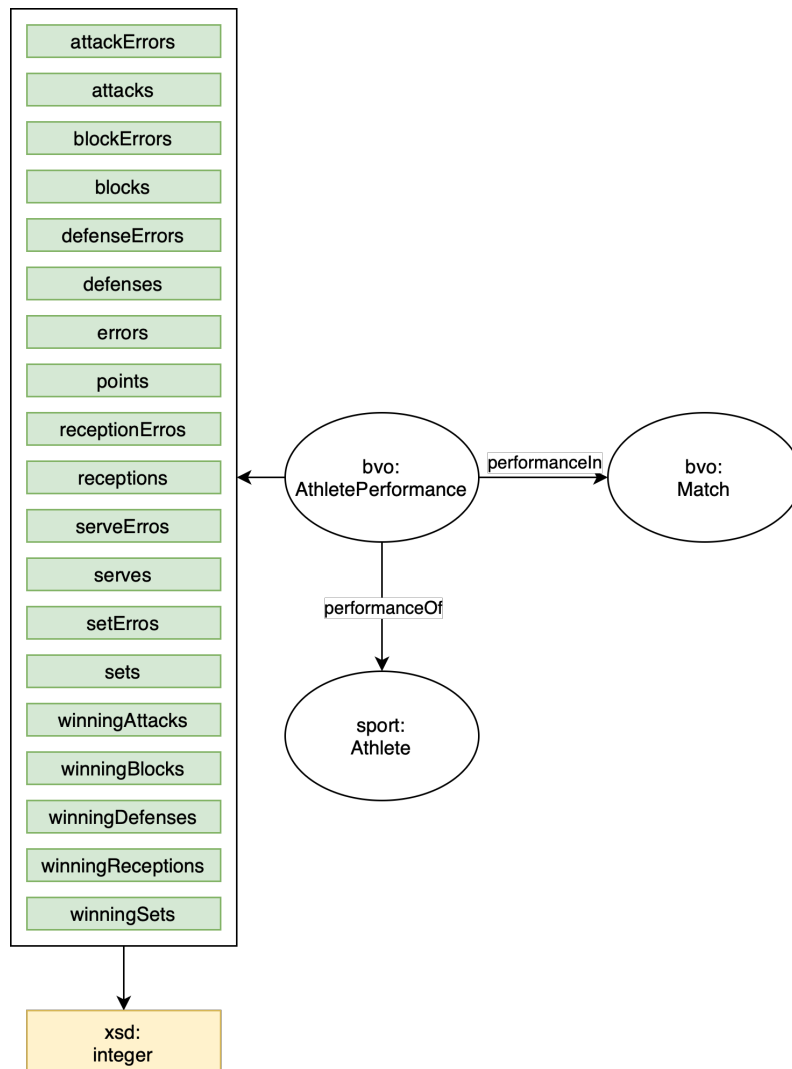


Figura 2.9: Athlete Performance

La Performance (vedi Figura 2.9) ha due object properties principali: `performanceOf`, che collega la Performance all'Atleta (**Athlete**) che ha realizzato quelle prestazioni, e `performanceIn`, che collega la Performance alla Partita (**Match**) in cui sono state ottenute quelle prestazioni.

Inoltre, ha diverse datatype properties per rappresentare le metriche delle prestazioni dell'atleta:

- `attackErrors`: Attacchi sbagliati.
- `attacks`: Numero totale di attacchi effettuati.
- `blockErrors`: Muri sbagliati.
- `blocks`: Numero totale di muri effettuati.
- `defenseErrors`: Errori commessi durante le difese.
- `defenses`: Numero totale di difese effettuate.
- `errors`: Numero totale di errori commessi.
- `points`: Numero totale di punti segnati.
- `receptionErrors`: Errori commessi durante le ricezioni.
- `receptions`: Numero totale di ricezioni effettuate.
- `serveErrors`: Servizi sbagliati.
- `serves`: Numero totale di servizi effettuati.
- `setErrors`: Errori commessi durante le alzate.
- `sets`: Numero totale di alzate fatte.
- `winningAttacks`: Numero totale di attacchi vincenti.
- `winningBlocks`: Numero totale di muri vincenti.
- `winningDefenses`: Numero totale di difese vincenti.
- `winningReceptions`: Numero totale di ricezioni vincenti.
- `winningSets`: Numero totale di alzate vincenti.

Tutte con valori di tipo `xsd:integer`.

2.2 Regole SWRL

Le regole **SWRL** (**Semantic Web Rule Language**)[10] sono state utilizzate per esprimere vincoli e inferenze complesse che non possono essere facilmente rappresentate solo con OWL. Le regole SWRL permettono di definire logiche avanzate per migliorare l'analisi e l'interpretazione dei dati. Di seguito sono riportate due regole SWRL implementate nell'ontologia.

2.2.1 hasTwoMembers

Questa regola definisce che un team deve essere composto da due membri. Se un team ha due membri, allora la proprietà `bvo:hasTwoMembers` viene impostata a `true`.

```
sport:Team(?t) ^ sport:member(?t, ?a1) ^ sport:member(?t, ?a2)
-> bvo:hasTwoMembers(?t, true)
```

2.2.2 canParticipateIn

Questa regola stabilisce che se un team ha due membri (`bvo:hasTwoMembers` è `true`), allora quel team può partecipare a una competizione. Questa regola utilizza la proprietà `bvo:canParticipateIn` e il risultato della prima regola per indicare che il team è idoneo a partecipare alla competizione specificata.

```
sport:Team(?t) ^ bvo:hasTwoMembers(?t, true) ^ sport:Competition(?c)
-> bvo:canParticipateIn(?t, ?c)
```

Capitolo 3

Dati e Interrogazioni

3.1 Individuals

Nella Beach Volleyball Ontology (BVO), gli individuals rappresentano entità specifiche all'interno del dominio del beach volleyball. Questi individuals sono istanze di classi definite nell'ontologia e forniscono esempi concreti dei concetti modellati. Essi sono fondamentali per popolare l'ontologia con dati reali e permettere interrogazioni significative.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di individuals presenti nell'ontologia.

3.1.1 Atleti

Gli individuals della classe **Athlete** rappresentano i giocatori di beach volleyball. Esempi di atleti includono:

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/MarioRossi
bvo:MarioRossi rdf:type owl:NamedIndividual ,
                  sport:Athlete ;
rdfs:label "Mario Rossi"@en .
```

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/LuigiBianchi
bvo:LuigiBianchi rdf:type owl:NamedIndividual ,
                       sport:Athlete ;
rdfs:label "Luigi Bianchi"@en .
```

3.1.2 Squadre

Gli individuals della classe **Team** rappresentano le squadre di beach volleyball. Esempi di squadre includono:

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/TeamItaly
bvo:TeamItaly rdf:type owl:NamedIndividual ,
                    sport:Team ;
sport:member bvo:LuigiBianchi ,
              bvo:MarioRossi ;
rdfs:label "Team Italy"@en .
```

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/TeamBrasil
bvo:TeamBrasil rdf:type owl:NamedIndividual ,
    sport:Team ;
    sport:member bvo:JoaoPedroSilva ,
        bvo:PedroHenriqueGomes ;
    rdfs:label "Team Brasil"@en .
```

3.1.3 Competizioni

Gli individuals della classe **Competition** rappresentano le competizioni di beach volleyball. Esempi di competizioni includono:

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/WorldTour2024Cancun
bvo:WorldTour2024Cancun rdf:type owl:NamedIndividual ,
    sport:Competition ;
    sport:containsCompetitionPhase bvo:WorldTour2024CancunPhase1 ,
        bvo:WorldTour2024CancunPhase2 ,
        bvo:WorldTour2024CancunPhase3 ,
        bvo:WorldTour2024CancunPhase4 ;
    sport:governedBy bvo:FIVB ;
    sport:location bvo:CancunArena ;
    sport:competitionType "spt:tournament" ;
    sport:endDateTime "2024-03-18T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
    sport:startDateTime "2024-03-14T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
    rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .
```

3.1.4 Fasi

Gli individuals della classe **CompetitionPhase** rappresentano fasi che compongono una competizione di beach volleyball. Esempi di fasi includono:

```
###
↪ https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/WorldTour2024CancunPhase1
bvo:WorldTour2024CancunPhase1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    sport:CompetitionPhase ;
    sport:competitionPhaseType "qualifications" ;
    sport:endDateTime "2024-03-15T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
    sport:startDateTime "2024-03-14T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
    rdfs:label "World Tour 2024 Cancun Phase 1"@en .
```

```
###
↪ https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/WorldTour2024CancunPhase2
bvo:WorldTour2024CancunPhase2 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    sport:CompetitionPhase ;
    sport:competitionPhaseType "quarterfinals" ;
    sport:endDateTime "2024-03-16T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
```

```
sport:startTime "2024-03-15T00:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
rdfs:label "World Tour 2024 Cancun Phase 2"@en .
```

3.1.5 Partite

Gli individuals della classe `Match` rappresentano le singole partite di beach volleyball. Esempi di partite includono:

```
###
↪ https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/WorldTour2024CancunPhase1Match1
bvo:WorldTour2024CancunPhase1Match1 rdfs:type owl:NamedIndividual ,
                                     bvo:Match ;
sport:location bvo:CancunCourtCentral ;
sport:matchInCompetitionPhase
↪ bvo:WorldTour2024CancunPhase1 ;
sport:participation bvo:TeamItaly ,
                   bvo:TeamSpain ;
sport:endDateTime "2024-03-14T10:00:00Z"^^xsd:dateTime
↪ ;
sport:score "21-10" ;
sport:startTime
↪ "2024-03-14T09:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
rdfs:label "World Tour 2024 Cancun Phase 1 Match 1"@en
↪ .
```

```
###
↪ https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/WorldTour2024CancunPhase4Match1
bvo:WorldTour2024CancunPhase4Match1 rdfs:type owl:NamedIndividual ,
                                     bvo:Match ;
sport:location bvo:CancunCourtCentral ;
sport:matchInCompetitionPhase
↪ bvo:WorldTour2024CancunPhase4 ;
sport:participation bvo:TeamItaly ,
                   bvo:TeamUSA ;
sport:endDateTime "2024-03-17T10:00:00Z"^^xsd:dateTime
↪ ;
sport:score "23-21" ;
sport:startTime
↪ "2024-03-17T09:00:00Z"^^xsd:dateTime ;
rdfs:label "World Tour 2024 Cancun Phase 4 Match 1"@en
↪ .
```

3.1.6 Luoghi

Gli individuals della classe `Site` rappresentano i luoghi dove si svolgono le partite. Esempi di luoghi includono:

```
### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/CancunArena
bvo:CancunArena rdfs:type owl:NamedIndividual ,
```

```

sport:Site ;
rdfs:label "Cancun Arena"@en .

```

```

### https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/CancunCourtCentral
bvo:CancunCourtCentral rdf:type owl:NamedIndividual ,
    sport:Site ;
    sport:parentSite bvo:CancunArena ;
    rdfs:label "Cancun Court Central"@en .

```

3.1.7 Performance

Gli individuals della classe **AthletePerformance** rappresentano le prestazioni degli atleti in specifiche partite. Esempi di performance includono:

```

bvo:MarioRossiPerformanceWorldTour2024CancunPhase1Match1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    bvo:AthletePerformance ;
    bvo:performanceIn
        ↪ bvo:WorldTour2024CancunPhase1Match1
        ↪ ;
    bvo:performanceOf bvo:MarioRossi
        ↪ ;
    bvo:attackErrors 2 ;
    bvo:attacks 10 ;
    bvo:blockErrors 1 ;
    bvo:blocks 14 ;
    bvo:defenseErrors 1 ;
    bvo:defenses 4 ;
    bvo:errors 6 ;
    bvo:points 9 ;
    bvo:receptionErrors 1 ;
    bvo:receptions 6 ;
    bvo:serveErrors 0 ;
    bvo:serves 8 ;
    bvo:setErrors 1 ;
    bvo:sets 16 ;
    bvo:winningAttacks 4 ;
    bvo:winningBlocks 3 ;
    bvo:winningDefenses 2 ;
    bvo:winningReceptions 3 ;
    bvo:winningServes 2 ;
    bvo:winningSets 8 ;
    rdfs:label "Mario Rossi
        ↪ Performance World Tour 2024
        ↪ Cancun Phase 1 Match 1"@en .

```

```

bvo:LuigiBianchiPerformanceWorldTour2024CancunPhase4Match1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    bvo:AthletePerformance
        ↪ ;

```

```

bvo:performanceIn
↪ bvo:WorldTour2024CancunPhase4Match1
↪ ;
bvo:performanceOf
↪ bvo:LuigiBianchi ;
bvo:attackErrors 1 ;
bvo:attacks 12 ;
bvo:blockErrors 0 ;
bvo:blocks 10 ;
bvo:defenseErrors 0 ;
bvo:defenses 6 ;
bvo:errors 2 ;
bvo:points 6 ;
bvo:receptionErrors 1 ;
bvo:receptions 8 ;
bvo:serveErrors 1 ;
bvo:serves 6 ;
bvo:setErrors 0 ;
bvo:sets 14 ;
bvo:winningAttacks 3 ;
bvo:winningBlocks 2 ;
bvo:winningDefenses 3 ;
bvo:winningReceptions 4 ;
bvo:winningServes 1 ;
bvo:winningSets 7 ;
rdfs:label "Luigi Bianchi
↪ Performance World Tour 2024
↪ Cancun Phase 4 Match 1"@en
↪ .

```

3.2 Interrogazioni

Per interrogare l'ontologia e le istanze correlate, sono state sviluppate delle query utilizzando il linguaggio **SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language)**[7]. Questo linguaggio permette di formulare interrogazioni complesse per estrarre dati specifici da dataset RDF. Di seguito sono riportate e analizzate le query sviluppate come alcuni esempi possibili di interrogazioni, selezionate per il loro potenziale interesse nell'analisi dei dati del beach volleyball.

3.2.1 Media degli attacchi per partita di un giocatore in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>

```

```

PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>

```

```

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

```

```

# Query that returns the average number of attacks per match of the athlete Mario Rossi in
↪ the competition World Tour 2024 Cancun

```

```

SELECT ?athlete ?competition (AVG(?attacks) AS ?averageAttacks)
WHERE {

```

```

?athlete rdfs:label "Mario Rossi"@en .

?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

?match a bvo:Match .
?match sport:matchInCompetition ?competition .

?performance a bvo:AthletePerformance .
?performance bvo:performanceOf ?athlete .
?performance bvo:performanceIn ?match .
?performance bvo:attacks ?attacks .
}
GROUP BY ?athlete ?competition

```

Identificare la media degli attacchi per partita di un giocatore aiuta a evidenziare non solo il volume del contributo di un atleta alla sua squadra, ma anche la sua capacità di mantenere un alto livello di prestazione in modo costante durante l'intera competizione. Questo tipo di analisi è prezioso per allenatori, analisti e appassionati di sport, in quanto offre una visione dettagliata delle prestazioni dell'atleta.

3.2.2 Media degli errori a muro per partita di una squadra in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

# Query that returns the average number of block errors per match by players of team Italy
↪ in the competition World Tour 2024 Cancun

SELECT ?team ?competition (AVG(?blockErrors) AS ?averageBlockErrors)
WHERE {
    ?team rdfs:label "Team Italy"@en .

    ?athlete sport:memberOf ?team .

    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match a bvo:Match .
    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:blockErrors ?blockErrors .
}
GROUP BY ?team ?competition

```

Calcolare la media degli errori a muro per partita di una squadra in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sulla coerenza e sull'efficacia difensiva di una squadra. Questa metrica aiuta

a identificare aree di miglioramento e a valutare l'impatto delle prestazioni difensive sul successo complessivo della squadra.

3.2.3 Media degli errori a servizio per partita di un giocatore in una competizione

```
PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

# Query that returns the average number of serve errors per match of the athlete Mario
↪ Rossi in the competition World Tour 2024 Cancun

SELECT ?athlete ?competition (AVG(?serveErrors) AS ?averageServeErrors)
WHERE {
    ?athlete rdfs:label "Mario Rossi"@en .

    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match a bvo:Match .
    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:serveErrors ?serveErrors .
}
GROUP BY ?athlete ?competition
```

Calcolare la media degli errori a servizio per partita di un giocatore in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sulla precisione e sulla consistenza dei servizi di un atleta. Questa metrica è utile per identificare aree di miglioramento nel gioco di un atleta e per valutare l'impatto degli errori di servizio sul successo complessivo della squadra.

3.2.4 Errori a muro fatti da un giocatore in tutte le competizioni da lui disputate

```
PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

# Query that returns the total number of block errors made by the athlete Mario Rossi in
↪ all competitions

SELECT ?athlete (SUM(?blockErrors) AS ?totalBlockErrors)
WHERE {
    ?athlete rdfs:label "Mario Rossi"@en .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
```

```

    ?performance bvo:blockErrors ?blockErrors .
}
GROUP BY ?athlete

```

Calcolare il numero di errori a muro fatti da un giocatore in tutte le competizioni da lui disputate fornisce un'indicazione preziosa sulla precisione e sull'efficacia dei muri di un atleta durante tutte le competizioni. I muri, o "blocks", sono fondamentali per la difesa nel beach volleyball e gli errori in questa area possono avere un impatto significativo sul risultato della partita.

3.2.5 Squadra con la più alta media di attacchi per partita in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

# Query to identify the team with the highest average number of attacks per match in the
→ competition World Tour 2024 Cancun

SELECT ?team ?competition (AVG(?attacks) AS ?averageAttacks)
WHERE {
    ?team a sport:Team .

    ?athlete sport:memberOf ?team .

    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:attacks ?attacks .
}
GROUP BY ?team ?competition
ORDER BY DESC(?averageAttacks)
LIMIT 1

```

Calcolare la squadra con la più alta media di attacchi per partita in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sull'efficacia e sull'aggressività offensiva di una squadra. Gli attacchi sono fondamentali per segnare punti nel beach volleyball, e una squadra con un alto numero medio di attacchi per partita dimostra una strategia offensiva forte e coerente.

3.2.6 Giocatore con il maggior numero di punti in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

```

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

```
# Query to identify the player who scored the highest number of points in the competition  
↪ World Tour 2024 Cancun
```

```
SELECT ?athlete ?competition (SUM(?points) AS ?totalPoints)  
WHERE {  
    ?athlete a sport:Athlete .  
  
    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .  
  
    ?match sport:matchInCompetition ?competition .  
  
    ?performance a bvo:AthletePerformance .  
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .  
    ?performance bvo:performanceIn ?match .  
    ?performance bvo:points ?points .  
}  
GROUP BY ?athlete ?competition  
ORDER BY DESC(?totalPoints)  
LIMIT 1
```

Calcolare il giocatore con il maggior numero di punti in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sull'efficacia e sull'impatto di un singolo atleta durante le partite. I punti segnati sono un indicatore chiave delle capacità offensive e della capacità di un giocatore di contribuire al successo della sua squadra. Un giocatore con un alto numero totale di punti dimostra non solo abilità individuali eccezionali ma anche una capacità di mantenere prestazioni elevate durante l'intera competizione.

3.2.7 Numero di partite giocate da una squadra in una competizione

```
PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>  
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>  
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>  
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
```

```
# Query to count the number of matches Team Italy participated in during the competition  
↪ World Tour 2024 Cancun
```

```
SELECT ?team ?competition (COUNT(DISTINCT ?match) AS ?numberOfMatches)  
WHERE {  
    ?team rdfs:label "Team Italy"@en .  
  
    ?athlete sport:memberOf ?team .  
  
    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .  
  
    ?match sport:matchInCompetition ?competition .  
  
    ?performance a bvo:AthletePerformance .  
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
```



```

    ?performance bvo:performanceIn ?match .
}
GROUP BY ?team ?competition

```

Calcolare il numero di partite giocate da una squadra in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sulla partecipazione e sulla continuità di una squadra durante l'evento. Conoscere il numero di partite giocate permette di comprendere meglio il percorso della squadra nella competizione, inclusi i turni superati e l'esperienza accumulata. Questo tipo di analisi è essenziale per allenatori e analisti che desiderano valutare la performance complessiva della squadra nel contesto della competizione.

3.2.8 Percentuale di attacchi vincenti per giocatore in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

# Query to calculate the percentage of winning attacks out of all attacks made by Mario
↪ Rossi in the competition World Tour 2024 Cancun

SELECT ?athlete ?competition ((SUM(?winningAttacks) / SUM(?totalAttacks)) * 100 AS
↪ ?percentWinningAttacks)
WHERE {
    ?athlete rdfs:label "Mario Rossi"@en .

    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:attacks ?totalAttacks .
    ?performance bvo:winningAttacks ?winningAttacks .
}
GROUP BY ?athlete ?competition

```

Calcolare la percentuale di attacchi vincenti per giocatore in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sull'efficacia offensiva di un atleta. La percentuale di attacchi vincenti è un indicatore chiave delle capacità di un giocatore di convertire i tentativi di attacco in punti effettivi. Un'alta percentuale di attacchi vincenti dimostra la capacità di un giocatore di essere efficace sotto pressione e di contribuire in modo significativo al successo della squadra.

3.2.9 Numero totale di punti segnati da tutti i giocatori in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

```

```

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

# Query to calculate the total number of points scored by all players in the competition
↪ World Tour 2024 Cancun

SELECT ?competition (SUM(?points) AS ?totalPoints)
WHERE {
    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:points ?points .
}
GROUP BY ?competition

```

Calcolare il numero totale di punti segnati da tutti i giocatori in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sul livello di competitività e intensità delle partite. Il numero totale di punti segnati può aiutare a capire quanto sia stata combattuta la competizione e quali siano state le prestazioni complessive dei giocatori. Questa analisi è fondamentale per gli organizzatori e gli analisti sportivi per valutare il successo dell'evento e per pianificare future competizioni.

3.2.10 Punti segnati da un giocatore in una competizione

```

PREFIX sport: <https://sportschema.org/ontologies/main/>
PREFIX bvo: <https://github.com/andreazammarchi3/BeachVolleyballOntology/>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

# Query to calculate the total number of points scored by Mario Rossi in all matches of
↪ the competition World Tour 2024 Cancun

SELECT ?athlete ?competition (SUM(?points) AS ?totalPoints)
WHERE {
    ?athlete rdfs:label "Mario Rossi"@en .

    ?competition rdfs:label "World Tour 2024 Cancun"@en .

    ?match sport:matchInCompetition ?competition .

    ?performance a bvo:AthletePerformance .
    ?performance bvo:performanceOf ?athlete .
    ?performance bvo:performanceIn ?match .
    ?performance bvo:points ?points .
}
GROUP BY ?athlete ?competition

```

Calcolare il numero totale di punti segnati da un giocatore in una competizione fornisce un'indicazione preziosa sull'impatto e sulle prestazioni offensive di un singolo atleta. I punti segnati sono

una metrica chiave per valutare l'efficacia e l'importanza di un giocatore all'interno della squadra. Un giocatore con un alto numero totale di punti dimostra non solo abilità individuali notevoli ma anche una costanza nel contribuire al successo della squadra durante l'intera competizione.

Capitolo 4

Conclusioni

In questo lavoro, è stata sviluppata un'ontologia per il beach volleyball, denominata Beach Volleyball Ontology (BVO), utilizzando le tecnologie standard del Web Semantico. L'ontologia è stata progettata per rappresentare in modo dettagliato e strutturato i vari aspetti delle competizioni di beach volleyball, incluse le squadre, gli atleti, le partite, le performance e i luoghi.

4.1 Sintesi dei Risultati

L'ontologia BVO è stata allineata con altre ontologie esistenti, come *Sport Schema* e *schema.org*, per garantire l'interoperabilità e facilitare l'integrazione con altri dataset e applicazioni. In particolare, sono stati importati concetti chiave e sono state aggiunte proprietà specifiche per il beach volleyball.

Le query SPARQL sviluppate hanno dimostrato come sia possibile estrarre informazioni significative dai dati rappresentati nell'ontologia. Esempi di tali query includono la determinazione della media degli attacchi per partita di un giocatore, il calcolo degli errori a muro per giocatore, l'identificazione della squadra con la più alta media di attacchi per partita, e molte altre. Queste query hanno evidenziato la flessibilità e la potenza dell'ontologia nel supportare analisi complesse e dettagliate.

4.2 Sviluppi Futuri

Come possibili sviluppi futuri, si potrebbe esplorare l'integrazione dell'ontologia con dati in tempo reale provenienti da sensori e dispositivi di tracciamento durante le partite. Inoltre, si potrebbero sviluppare applicazioni basate sull'ontologia per supportare allenatori e analisti nelle decisioni tattiche e strategiche.

Bibliografia

- [1] International Press Telecommunications Council (IPTC). *IPTC Sport Schema*. Accessed: 2024-06-26. 2023. URL: <https://iptc.org/standards/sport-schema/>.
- [2] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. *Protégé*. Accessed: 2024-06-26. 2023. URL: <https://protege.stanford.edu/>.
- [3] W3C OWL Working Group. *OWL Web Ontology Language*. Accessed: 2024-06-26. 2012. URL: <https://www.w3.org/OWL/>.
- [4] W3C RDF Schema Working Group. *RDF Schema (RDFS)*. Accessed: 2024-06-26. 2014. URL: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [5] W3C RDF Working Group. *Resource Description Framework (RDF)*. Accessed: 2024-06-26. 2014. URL: <https://www.w3.org/RDF/>.
- [6] W3C SKOS Working Group. *Simple Knowledge Organization System (SKOS)*. Accessed: 2024-06-26. 2009. URL: <https://www.w3.org/2004/02/skos/>.
- [7] W3C SPARQL Working Group. *SPARQL 1.1 Overview*. Accessed: 2024-06-26. 2013. URL: <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>.
- [8] W3C XML Schema Working Group. *XML Schema Definition (XSD)*. Accessed: 2024-06-26. 2012. URL: <https://www.w3.org/XML/Schema>.
- [9] W3C XML Working Group. *Extensible Markup Language (XML)*. Accessed: 2024-06-26. 2008. URL: <https://www.w3.org/XML/>.
- [10] Ian Horrocks et al. *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*. World Wide Web Consortium (W3C) Member Submission. 2004. URL: <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [11] Dublin Core Metadata Initiative. *Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1*. Accessed: 2024-06-26. 2012. URL: <https://www.dublincore.org>.
- [12] Schema.org. *Schema.org Vocabulary*. Accessed: 2024-06-26. 2023. URL: <https://schema.org>.
- [13] Sportschema.org. *Sports Schema Ontology*. Accessed: 2024-06-26. 2023. URL: <https://sportschema.org/ontologies/main>.