

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

INFORMATIKOS FAKULTETAS

INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Giedrė Kriščiūnė

**Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL
užklausų sudarymas**

Magistro darbas

Darbo vadovė

doc. dr. R. Butkienė

Kaunas, 2012

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

INFORMATIKOS FAKULTETAS

INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Giedrė Kriščiūnė

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL

užklausų sudarymas

Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. A. Lenkevičius

2012-05-28

Vadovė

doc. dr. R. Butkienė

2012-05-28

Atliko

IFM-0/4 gr. stud.

Giedrė Kriščiūnė

2012-05-28

Kaunas, 2012

Turinys

1. ĮVADAS	7
2. NUO DALYKINĖS SRITIES NEPRIKLAUSOMO <i>SPARQL</i> UŽKLAUSŲ SUDARYMO ANALIZĖ	8
2.1. Tyrimo objektas, sritis, problema ir numatomas sprendimas	8
2.2. Tyrimo tikslas ir uždaviniai	8
2.3. Analizės tikslas	9
2.4. Analizės metodai.....	9
2.5. Tyrimo objekto analizė	9
2.5.1. Ontologijų kalbų palyginimas.....	10
2.5.2. Ontologijos kūrimo įrankių palyginimas	12
2.5.3. <i>SPARQL</i> užklauskos	14
2.5.4. Natūralios kalbos užklauskos.....	15
2.5.5. Natūralios kalbos klausimų analizė <i>SPARQL</i> užklauskų kalbos kontekste	15
2.6. Vartotojų analizė.....	18
2.6.1. Vartotojų aibė, tipai ir savybės	18
2.6.2. Vartotojų tikslai ir problemos	18
2.7. Esamų sistemų analizė	19
2.7.1. Ginseng sprendimo apžvalga	19
2.7.2. Querix sprendimo apžvalga	19
2.7.3. KIM platform sprendimo apžvalga.....	20
2.7.4. Esamų sprendimų palyginimas	20
2.8. Siekiamas sprendimas	21
2.9. Analizės išvados	21
3. SISTEMOS REIKALAVIMAI.....	22
3.1. Sistemų reikalavimų specifikacija	22
3.1.1. Funkciniai reikalavimai	22
3.1.2. Nefunkciniai reikalavimai.....	26
3.2. Reikalavimų analizės apibendrinimas	27
4. SISTEMOS PROJEKTAS	28
4.1. Sistemos architektūros projektas	28
4.1.1. Sistemos loginė architektūra	28
4.1.2. Vartotojo, veiklos ir duomenų paslaugos	29
4.1.3. Sistemos klasės	30

4.2.	Ontologijos konceptų diagrama	31
4.2.1.	Įvardinimo taisyklės.....	31
4.2.2.	Ribotos natūralios kalbos užklauso sudarymo taisyklės	32
4.3.	Sistemos elgsenos modelis.....	33
4.4.	Realizacijos modelis	35
4.5.	Projektavimo etapo išvados	36
5.	SISTEMOS REALIZACIJA.....	37
5.1.	Realizacijos ir veikimo aprašymas	37
5.1.1.	Vartotojo sąsajos modelis	37
5.1.2.	RNLK užklausių transformavimas į <i>SPARQL</i> užklausas algoritmo sudarymas	40
5.2.	Testavimo modelis ir duomenys	40
5.3.	Testavimo rezultatai.....	43
5.4.	Realizacijos etapo rezultatai	44
6.	NUO DALYKINĖS SRITIES NEPRIKLAUSOMO <i>SPARQL</i> UŽKLAUSŲ SUDARYMO SISTEMOS EKSPERIMENTINIS TYRIMAS	45
6.1.	Ekspimento planas	45
6.2.	Ekspimento rezultatai	50
7.	IŠVADOS	51
8.	LITERATŪRA	52
9.	PRIEDAI.....	54

Domain Independent Development of SPARL Queries

SUMMARY

Trending idea of a semantic web - a specific question is presented with one appropriate answer, is increasing the need to formulate questions in natural Lithuanian language. But these types of questions are difficult for machines to handle, because of complexity of Lithuanian language. The aim is to propose measures which will form a query in limited natural Lithuanian language.

The analysis showed how *SPARQL* queries are created from limited natural language queries. Natural language query transformation into *SPARQL* query rules were developed and implemented in the prototype system that helps user to form *NL* queries. The experiment revealed that method generates correct *SPARQL* queries and returns correct results with various ontologies.

Terminų ir santrumpų žodynėlis

Ontologija – dalykinės srities konceptų aprašymas;

OWL (Web Ontology Language) - ontologijos aprašymo kalba;

OWL Reasoner – ontologijų analizės ir užklausų vykdymo programa;

RDF (Resource Description Framework) - resursų aprašymo karkasas;

RDFS (RDF Schema) – RDF išplėtimas;

SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) - OWL užklausų kalba;

URI (Uniform Resource Identifier) – interneto resursų identifikatorius;

NK (Natural language) – natūrali kalba;

RNLK – ribota natūrali lietuvių kalba.

1. ĮVADAS

Semantinio pasaulinio tinklo kaip naujos kartos pasaulinio tinklo poreikis atsirado kilus kokybiškesnio statinių bei dinaminių resursų valdymo poreikiui. Jis siūlomas kaip esamo pasaulinio tinklo išplėtimas. Jame pateikiamiems duomenims, informacijai nurodoma formaliai apibrėžta prasmė – suformuojama informacija susijusi semantiniiais ryšiais. Semantiniu tinklu siekiama sudaryti galimybes automatinei kompiuterių tarpusavio sąveikai bendrai priimtos terminijos pagrindu. Siekiama įgyvendinimo panaudojant taikomosios srities siūlomas aprašymo kalbas, logikos formalizmus ir loginio išvedimo galimybes bei ilgą laiką analizuojamą semantinių tinklų teoriją.

Lygiagrečiai semantiniam tinklui kuriasi ontologijos, trumpai vadinamos tam tikros srities sąvokų visumos specifikavimu išreikštu pavidalu [4]. Ontologijos aprašo semantiniame pasauliniame tinkle esančią informaciją. Jų naudojimas skatina kurtis naujai interneto vizijai [1], kurios esmė - gauti atsakymus internetinėje erdvėje klausiant paprasta natūralia kalba. Tokiu principu nebereiktų vargti nagrinėjant paieškos sistemų pateiktus rezultatus. Viskam susisteminti sudaromos ontologijos, kurios užrašomos žymų kalba (*RDF* kalba). Norint atlikti paiešką reikia užklausas, užrašytas natūralia kalba pateikti kompiuteriui suprantamomis užklausomis. Šiuo metu yra veikiančių sprendimų, kur natūralia kalba užrašytos užklaupos sėkmingai suprantamos ir paverčiamos į *SPARQL* užklaupas. Kalbant apie natūralia lietuvių kalba užduodamus klausimus, juos yra sunku apdoroti programiškai. Klausimus sudarantys žodžiai yra įvairių formų: skirtingų linksnių, giminių, laikų ir tai kelia daug problemų. Šiuos žodžius reikia sutapatinti su informacijos šaltinio (ontologijos), kuriame ieškoma informacijos, elementais. Žodžių kaitymo procesas sudėtingas, todėl pasirinktas paprastesnis būdas – nenagrinėti lietuvių kalbos žodžių derinimo, o pasirinkti tam tikrą klausimo formavimo struktūrą. Taigi darbe bus nagrinėjamos ribotos natūralios lietuvių kalbos užklaupos. Atlikus NK ir *SPARQL* užklaupų analizę, bus nagrinėjamos galimos natūralios kalbos užklaupos ir jų atitikmenys *SPARQL* kalba.

Taigi siekiama pasiūlyti nuo ontologijos dalykinės srities nepriklausomą sprendimą, kuris leis suformuoti užklaupą ribota natūralia lietuvių kalba ir sugebės tokią užklaupą sėkmingai transformuoti į *SPARQL* užklaupų kalbą.

2. NUO DALYKINĖS SRITIES NEPRIKLAUSOMO *SPARQL* UŽKLAUSŲ SUDARYMO ANALIZĖ

2.1. Tyrimo objektas, sritis, problema ir numatomas sprendimas

Tyrimo objektas - užklausų, užrašytų ribota natūralia lietuvių kalba, transformavimas į *SPARQL* užklausas.

Tyrimo sritis – užklausų, užrašytų ribota natūralia lietuvių kalba, transformavimo į *SPARQL* užklausas automatizavimas, *RDF* ir *RDFS* – žymų kalbos, *OWL* aprašymo kalba, *SPARQL* užklausų kalba bei lietuvių kalba.

Tyrimo problema - pastaraisiais metais ontologijos tapo plačiai pripažintos ir naudojamos įvairiose srityse. Jos tapo įprastos pasauliniame tinkle. Jų įvairovė apima nuo didžiulių portalų klasifikacijos iki internetinių parduotuvių produktų kategorizavimo ir pristatymo. Taip pat lygiagrečiai kuriasi semantinis tinklas, kurio idėja - į konkretų klausimą būtų pateiktas vienas tinkamas atsakymas, kuriam rasti nebereikėtų naudotis paieškos sistemomis bei vargti nagrinėjant jų pateiktus rezultatus. Viskam susisteminti sudaromos ontologijos, kurios užrašomos žymų kalba (*RDF* kalba). Norint atlikti paiešką reikia užklausas, užrašytas natūralia kalba pateikti *SPARQL* užklausomis. Šiuo metu yra veikiančių sprendimų, kur natūralia kalba užrašytos užklaustos sėkmingai suprantamos ir paverčiamos į *SPARQL* užklausas. Kalbant apie mūsų natūraliąją lietuvių kalba užduodamus klausimus, juos yra sunku apdoroti programiškai. Juos sudarantys žodžiai yra įvairių formų: skirtingų linksnių, giminių, laikų ir tai kelia daug problemų, kai tuos žodžius reikia sutapatinti su informacijos šaltinio (ontologijos), kuriame ieškoma informacijos, elementais. Taigi siekiama pasiūlyti įrankį, priemonę, kuri leis suformuoti užklausą natūraliąją lietuvių kalba.

2.2. Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Tyrimo tikslas yra pasiūlyti nuo dalykinės srities ontologijos nepriklausomą sprendimą, kurio pagalba būtų galima ribota NL suformuotus klausimus transformuoti į *SPARQL* užklausas.

Darbo tikslui pasiekti reikalinga atlikti šiuos uždavinius:

- išanalizuoti ontologijos kalbas ir jos kūrimo įrankius;
- išanalizuoti ontologijos užklausų kalbą *SPARQL*;
- išanalizuoti klausimų pateikimo formas lietuvių kalboje;

- sudaryti ontologiją pasirinkta kalba, kad iš pasirinktos formos užklausų ribota natūralia lietuvių kalba būtų galima suformuoti veikiančią *SPARQL* užklausą;
- sudaryti užklausos ribota natūralia lietuvių kalba transformavimo į *SPARQL* užklausą taisykles;
- sukurti ir realizuoti nuo dalykinės srities nepriklausomą algoritmą, kuris leistų formuoti teisingą *SPARQL* užklausą;
- eksperimentiškai ištestuoti programinę realizaciją;
- įvertinti eksperimento darbo rezultatus.

2.3. Analizės tikslas

Analizės tikslas - įvertinti esamus sprendimus ir parinkti norimam gauti sprendimui priemones, kuriomis bus bandoma RNLK užklausą paversti kompiuteriams suprantama kalba. Taipogi reikalinga nuspręsti kaip bus apribota klausimo formavimo forma, kad vartotojui būtų suprantama ko gali paklausti.

2.4. Analizės metodai

Darbe taikomi analizės metodai - analizė esamų sprendimų, kurie geba atlikti paiešką klausimus pateikiant natūralia kalba. . Analizuojami *RDF*, *RDFS* ontologijų sudarymo kalbos, jų ypatybės bei *OWL* ontologijų aprašymo kalba. Detalesniam sprendimo suvokimui reikalinga taipogi objektinė proceso analizė, kuri parodytų kaip vyksta visas procesas.

2.5. Tyrimo objekto analizė

Norint suprasti natūralios kalbos išreikštų užklausų transformavimą į *SPARQL* kalbą, reikalinga suprasti:

- ontologijų užrašymo kalbas;
- *SPARQL* kalbą;
- lietuvių kalbą.

Sekančiuose skyreliuose palyginamos ontologijų kalbos, jų kūrimo įrankiai, nagrinėjamos *SPARQL* užklausų ir natūralios kalbos užklausų kalbos. Tyrimo objekto analizės metu siekiama pasirinkti ontologijų kalbą bei kūrimo įrankį bei išsiaiškinti kokie yra *SPARQL* ir natūralios kalbos ypatybės.

2.5.1. Ontologijų kalbų palyginimas

RDF (angl. *Resource Description Framework*) [2] yra kalba metaduomenims aprašyti semantiniame tinkle, ji taip pat rekomenduota *W3C* konsorciūmo. *RDF* buvo sukurtas siekiant ne tik atvaizduoti, bet ir suteikti semantinius ryšius tarp duomenų. *RDF* suteikia paprastą, bet efektyvų būdą aprašyti resursus (duomenis) remiantis universaliu resursu identifikatoriumi *URI*. Pagrindiniai konceptai naudojami *RDF* kalboje:

- 1) grafo tipo duomenų modelis – duomenys patalpinami į grafo struktūrą, kurioje juos aprašo objektai susieti su reikšmėmis per prasmę turintį ryšį;
- 2) *URI* paremtas žodynas – visi resursai grafo struktūroje identifikuojami *URI*;
- 3) duomenų tipai – apibrėžta tipų aibė, kuri gali būti papildoma esant poreikiui;
- 4) raidės – paprasčiausia eilutė sauganti resurso reikšmę (gali būti tipizuota);
- 5) į *XML* verčiama sintaksė – struktūra praplečiama, tačiau suderinama su *XML* standartais ir validuojama pagal tuos pačius principus;
- 6) paprastų faktų išreiškimas – struktūra išlaikoma kaip galima paprastesnė;
- 7) paveldėjimas – leidžia sudaryti duomenų hierarchijas, esamų duomenų hierarchijų praplėtimą ir pakartotinį panaudojimą.

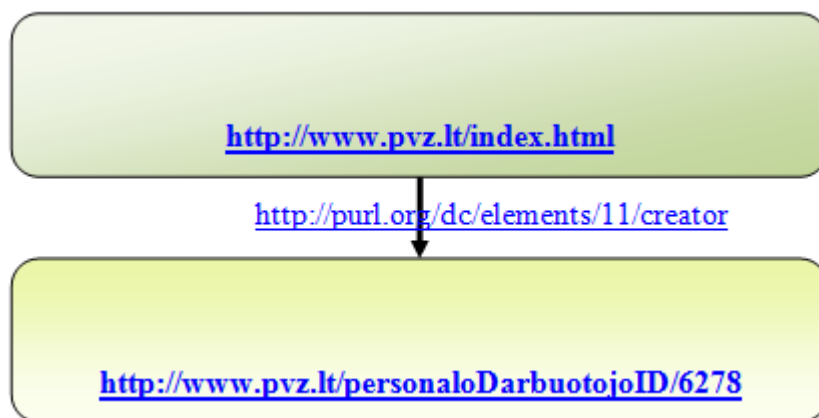
RDF suteikia galimybę aprašyti objektus naudojant *URI* ir suteikiant jiems prasmingus ryšius (semantiką) aprašant jų savybes su tam tikromis reikšmėmis. Tai leidžia aprašyti resursus kaip grafą sudarytą iš viršūnių ir lankų tarp viršūnių. Grafo viršūnės atitinka resursus arba reikšmes, o lankai resurso savybę. Lankas sujungia resursą pagal jo savybę su atitinkama reikšme.

RDF kalboje sąryšiai tarp resursų nusakomi trejetu (*s,p,o*), kuri sudaro:

- aprašomas subjektas (resursas) – *subject*,
- predikatas (savybė, atributas) - *predicate*,
- objektas (duomenys) – *object*.

Iš tokių trejetų aibės suformuojamas grafas, kuris yra žymėtasis ir kryptinis. Atskiru trejetu konstruojamas konkretus faktas, kuris gali būti kaip teiginys: „Autorius šio internetinio puslapio <http://www.w3schools.com/RDF> yra Jonas Jonaitis“. Teiginyje pagal trejetų aibę <subjektas> yra <http://www.w3schools.com/RDF>, <predikatas> - autorius, o <objektas> - Jonas Jonaitis. Pilnas *RDF* grafas pateikia faktų, galiojančių tam tikroje dalykinėje srityje, visumą.

Pats paprasčiausias modelis būtų, kai turime objektą, jo savybę ir reikšmę, taip kaip pateikta 1 paveiksle. Čia objektas yra pradinis svetainės puslapis (<http://www.pvz.lt/index.html>), kurio savybė yra kūrėjas (<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>), o kūrėją identifikuoja tam tikra reikšmė esanti nuorodoje (<http://www.pvz.lt/AsmuoaloDarbuotojoID/6278>).



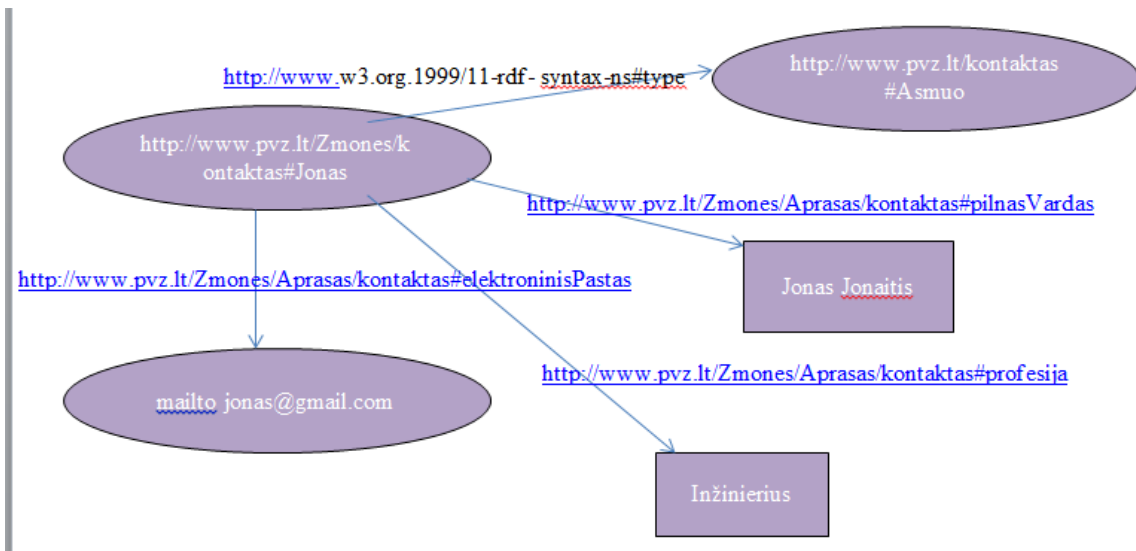
1 pav. Paprastas RDF grafas

Interpretavimo ir nuskaitymo taisyklės galima parinkti ir sudaryti įvairiai nepriklausomai nuo duomenų. Paveiksle 2 pateiktas pavyzdys analogiškas *W3C RDF Primer* (www.w3.org/TR/RDFprimer), atvaizduojantis resursą pavadintą „Jonas Jonaitis“.

Grafą sudaro viršūnės ir lankai jungiantys viršūnes. Lankai ir viršūnės identifikuojančios resursus aprašomos universaliu resursų identifikatoriumi *URI*. Paveiksle 2 pavaizduota:

- Objektas (individas) – žmogus aprašytas tarkime adresų knygutėje, kaip kontaktas ir identifiкуotas *URI*: [http://www.pvz.lt/Zmones /kontaktas#Jonas](http://www.pvz.lt/Zmones/kontaktas#Jonas)
- Objekto tipas (rūšis) – žmogus, kaip asmuo ar asmenybė identifiкуotas *URI*: <http://www.pvz.lt/kontaktas#Asmuo>
- Objekto (individo) savybė – elektroninis paštas, identifiкуotas *URI*: <http://www.pvz.lt/Adresynas/Zmones/Aprasad/kontaktas#elektroninisPastas>
- Objekto (individo) reikšmės – elektroninio pašto adresas <mailto:jonas@gmail.com>, arba tiesiog vardas ir pavardė užrašyti simboliais „Jonas Jonaitis“.

RDF sistema paprastai yra užrašoma remiantis išplečiama bendros paskirties duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomąja kalba (angl. *eXtensible Markup Language*) *XML* – vadinama *XML/RDF*. *XML/RDF* formatu užrašytas fragmentas atspindintis 2 paveiksle pateiktą grafą.



2 pav. *RDF* grafo pavyzdys aprašantis tinklapio autorių

Svarbi *RDF* savybė yra tokia, kad aprašyti grafai gali būti panaudojami kituose aprašuose, taip praplečiant ir papildant jų objektų struktūrą, savybes ir ryšius tarpusavyje.

Įvedant skirtingas vardų sritis (angl. *namespace*) galima naudoti objektus ir savybes tame grafe.

Bendrai apžvelgus *RDF* kalbos pagrindines savybes reikalinga išsiaiškinti ontologijų kūrimo įrankius, kuriais būtų galima kurti, redaguoti, modifikuoti ontologijas bei gebėtų nuskaityti, saugoti, naudoti ir valdyti *RDF* duomenis.

OWL yra *RDFS* pagrindu sukurta kalba, kuri dar labiau išplečia ontologijos aprašymo galimybes. *OWL* papildymus galima skirstyti į kelias grupes [7]:

- ekvivalentiškumas – leidžia nustatyti, kad du resursai (klasės, individai ar savybės) aprašo tą patį realaus pasaulio objektą. Taip pat leidžiama apibrėžti, kad dvi klasės yra skirtingos (distinct), t.y., jei objektas priklauso vienai klasei, jis negali priklausyti kitai.
- savybių charakteristikos, apribojimai – *OWL* suteikia galimybes plačiau aprašyti savybes (tranzityvumą, simetriškumą, inversiją), nustatyti jų tarpusavio sąryšius, kardinalumą.
- aibių savybės – naujų klasių kūrimo galimybė, pasinaudojant esamomis klasėmis, sudarant jų sąjungas, sankirtas.

2.5.2. Ontologijos kūrimo įrankių palyginimas

Ontologijų kūrimo įrankiai reikalingi aprašyti ir modifikuoti žinioms apie dalykinės srities objektus, jų savybes ir santykius. Žemiau pateiktoje lentelėje sukurta palyginamoji

ontologijų kūrimo įrankių lentelė. Pasirinkimo kriterijai – įrankių naudojimo populiarumas, naujumas. Įrankių palyginimo lentelėje vertinama ar palaikoma lietuvių kalba, *.owl formatas, ar sprendimas yra nemokamas ir nepriklausomas nuo platformos.

1 lentelė Ontologijos kūrimo įrankių palyginimo lentelė

Įrankiai/ vertinimo kriterijus	<i>Protégé</i>	<i>Ontolingua</i>	<i>OntoEdit</i>	<i>WebOnto</i>	<i>TopBraid</i>
Importuojamo failo formatas	<i>XML, RDF(S), XML schema</i>	<i>IDL, KIF</i>	<i>XML, RDF(S), Flogical and DAML+OIL</i>	<i>OCML</i>	<i>XML, UML, Spreadsheets, Relational Databases, RDFS, GRDLL</i>
Eksportuojamo failo formatas	<i>XML, RDF(S), XML Schema, FLogic, CLIPS, Java html</i>	<i>KIF, CLIPS, IDL, OKBC syntax, Prolog syntax</i>	<i>XML, RDF(S), FLogic and DAML+OIL</i>	<i>OCML, GXL, RDF(S) and OIL</i>	<i>XML, RDFS/OWL, RDF, RDF/OWL</i>
Lietuvių kalbos palaikymas	Taip	Ne	Ne	Ne	Taip
Nemokamas/ Viešai platinamas	Nemokamas	Viešai platinamas	Viešai platinamas	Viešai platinamas	Viešai platinamas
Išplečiamumas	Taip	Taip	Taip	Ne	Taip
Nepriklausymas nuo platformos	Taip	Ne	Ne	Ne	Taip

Protégé - vienas iš ontologijų kūrimo įrankių yra *Protégé* [9]. Jis yra nemokamas, atviro kodo ontologijos kūrimo įrankis. Programa parašyta *Java* kalba. *Protégé* sukūrė Stenfordo universitetas bendradarbiaudamas su Mančesterio universitetu. Ji pasižymi lanksčia architektūra, todėl turi daug praplėtimų. Turi daugiau nei 60 tūkst. registruotų naudotojų ir didelę kūrėjų bendruomenę.

Ontolingua [10] sukurtas Žinių Sistemų laboratorijoje, Stenfordo universitete. *Ontolingua* viešai platinamas leidžia naršyti, kurti, redaguoti ir naudoti ontologijas. Palaikomas daugiavartotojiškumas.

OntoEdit [10] sukurtas Ontorpise firmos, Vokietijoje. *OntoEdit* yra kūrimo aplinka projektavimui, pritaikymui ir įkėlimui žinių modelių programų sistemoms. Yra sukurtos dvi versijos, tai nemokama versija (angl. *freeware*) ir profesionalams skirta (angl. *professional*).

WebOnto [10] sukurtas Žinių Žiniasklaidos institute Open universitete Anglijoje. *WebOnto* yra parašytas *Java* programa ir kartu yra tinklo serveris, kuris leidžia vartotojams naršyti ir redaguoti žinių modelius internete. *WebOnto* dabar yra viešai prieinamas. *WebOnto* buvo sukurtas iš dallies iš PatMan, HCREMA ir Enrich projektų. Be šių projektų *WebOnto* šiuo metu naudoja PlanetOnto, ScholOnto.

TopBraid Composer [8] yra organizacijos klasių modeliavimo aplinka besivystačioms semantinio tinklo ontologijoms ir sukurtas semantinėms programoms. *TopBraid* visiškai atitinka W3C standartus, *Composer* siūlo visapusišką palaikymą kuriant, valdant ir testuojant žinių modelius ir jų reikalavimą žinių bazėms konfigūracijas. *TopBraid*, kaip ir *Protégé*, parašytas *Java* kalba.

2.5.3. SPARQL užklauso

Įsitvirtinus duomenų aprašymui *RDF* grafais, atsirado poreikis tokio tipo duomenų saugykloms. *RDF* grafe aprašomas trejetas susidedanti iš subjekto, predikato ir objekto, gali būti saugomos įvairiose terpėse.

SPARQL [3] (angl. *SPARQL Protocol and RDF Query Language*) tai 2006 m. sukurta ir 2008 m. sausio mėnesį W3C konsorciumo rekomenduota ontologijų užklauso kalba, nepriklausoma nuo programavimo technikos užklauso kalba įgalinanti, išgauti *RDF* grafo poaibius pagal nurodytus parametrus.

Pagrindiniai uždaviniai sprendžiami panaudojant *SPARQL* kalbą:

- informacijos išgavimas URI, tuščių viršūnių ar simbolių aibės pavidalu;
- *RDF* grafo poaibių išgavimas;
- naujų *RDF* grafų formavimas, pagal užklauso parametrus.

SPARQL užklauso kalba remiasi grafo šablono aptikimo principais. Pats paprasčiausias grafas yra trejetas (dar kitaip vadinamas tripletas) – dvi viršūnės ir lankas tarp jų – būtent taip, kaip *RDF* sandara. Kombinuojant grafo šablonus suformuojama rezultatų aibė.

SPARQL palaiko 4 užklauso formas:

- **SELECT** grąžina visus arba dalį kintamųjų, kurie buvo susieti užklauso šablone.

- CONSTRUCT gražina *RDF* grafa, sukonstruotą pagal užklauso šablone paminėtus kintamuosius.

- ASK nustato, ar egzistuoja faktinė informacija pagal užklausa. Gražinama loginė reikšmė.

- DESCRIBE gražina *RDF* grafa, kuris aprašo rastus resursus.

SPARQL įgalina užrašyti tiek paprastas užklausas, išreiškiamas paprastu grafo šablonu *<subjektas><predikatas><objektas>*, kur atskiras trejeto elementas gali būti kintamasis, tiek sudėtingesnes, naudojančias agreguotus šablonų rinkinius ir papildomus ribojimus.

SPARQL yra nepriklausoma nuo kalbos ir naudojamos platformos.

2.5.4. Natūralios kalbos užklauso

Kalba [20] – tai lingvistinių ženklų grupė, svarbiausia žmonių bendravimo priemonė, atliekanti komunikacinę funkciją ir dažnai siejama su tauta ir jos sąmone.

Natūralių kalbų užklauso konstravimui naudojama eilė sudėtingų komponentų, kurie yra atsakingi už tinkamai parinktą reikšmę pagal prasmę. Lietuvių kalba užklauso sudarymas sudėtingesnis, nes reikalauja laikų, giminių, linksnių derinimo.

Vienas iš natūralios kalbos užklauso pavyzdžių būtų toks: „Rasti asmenis, kurie parašė straipsnius.“. Tokį pavyzdį įrašius į vieną iš populiariausių paieškos sistemų – *Google*, gaunama krūva nuorodų, bet ne to ko klausiamo. Tą patį pavyzdį įrašius į semantinės paieškos portalą, būtų gaunamas konkretus atsakymas.

Semantinė paieška tuo ir skiriasi nuo įprastinės paieškos, kad semantinės technologijos analizuoja ieškomos informacijos prasmę, ryšius su kitais žodžiais ir bendresnėmis kategorijoms.

Taigi natūralios kalbos užklausa – užklausa, kurią konstruoti naudojama eilė sudėtingų komponentų, padedančių užklausa padaryti kuo natūralesne atitinkamai kalbai.

2.5.5. Natūralios kalbos klausimų analizė *SPARQL* užklauso kalbos kontekste

Šiame skyriuje nagrinėjama kokius klausimus galima sudaryti natūralia lietuvių kalba ir pateikti jiems atitikmenis *SPARQL* užklauso kalba. Pasirinkta ontologijos dalykinė sritis – dainų ir jų atlikėjų ontologija. Ontologijoje saugoma informacija apie atlikėjus ir jų atliekamas dainas. Detali sudaryta ontologija pavaizduota (9 pav. Dainų ir jų atlikėjų ontologija).

Pagal susidarytą dainų ir atlikėjų ontologiją, pirmiausia išanaluosime variantus, kaip galime paklausti natūralia lietuvių kalba. Pateikiami klausimai pateikti 2 lentelėje, kur *SPARQL* užklausa sudaro klasė ir/arba ryšys.

Lentelė 2 *SPARQL* užklausa sudaro klasės ir ryšiai

NLK užklausa	<i>SPARQL</i> užklausa
Rasti asmenis	SELECT ?asmuo WHERE { {?asmuo rdf:type :Asmuo .}}
Rasti asmenis, kurie yra nurodę šalį, kurioje gimę	SELECT ?asmuo WHERE { {?asmuo rdf:type :Asmuo .} {?asmuo :yra_gimęs_šalyje ?x .}}
Rasti dainas, kurios turi reitingą	SELECT ?reitingas WHERE { {?reitingas :Reitingas ?b .} {?reitingas rdf:type :Daina .}}
Rasti dainas, kurias atlikę asmenys turi nurodę vardą	SELECT ?daina WHERE { {?daina :atlikta ?b .} {?b rdf:type :Asmuo .} {?b :Vardas ?betkoks .} }

Žemiau pateiktoje lentelėje aprašomi atvejai, kai *SPARQL* užklausa sudaro konkretūs egzemplioriai ir konkrečios reikšmės.

Lentelė 3 *SPARQL* egzemplioriai ir reikšmės

NLK užklausa	<i>SPARQL</i> užklausa
Rasti asmenis, kurie atlieka dainas	SELECT ?asmuo WHERE { {?asmuo :atlieka ?daina .} {?asmuo rdf:type :Asmuo .} {?daina rdf:type :Daina .}}
Rasti asmenis, kurie atlieka dainą „Paskutinis traukinys“	SELECT ?asmuo WHERE { {?asmuo :atlieka :Paskutinis_traukinys .} {?asmuo rdf:type :Asmuo .}}
Rasti asmenis, kurių vardas „Andrius“	SELECT ?X1 WHERE { {?X1 rdf:type :Asmuo .} {?X1 :Vardas 'Andrius'^^xsd:string .} UNION {?X1 :Vardas 'Andrius'^^xsd:double .} UNION {?X1 :Vardas 'Andrius'^^xsd:integer .} UNION {?X1 :Vardas 'Andrius'^^xsd:date .}}
Rasti asmenis, kurie atlieka dainas, kurios turi reitingą	SELECT DISTINCT ?asmuo WHERE { {?asmuo :atlieka ?daina .} {?asmuo rdf:type :Asmuo .} {?daina rdf:type :Daina .} {?daina :Reitingas ?betkoks .}}

Rasti asmenis, kurie atlieka dainas, kurių reitingas „9.2“.	<pre>SELECT DISTINCT ?asmuo WHERE { {?asmuo :atlieka ?daina .} {?asmuo rdf:type :Asmuo .} {?daina rdf:type :Daina .} {?daina :Reitingas '9.2'^^xsd:string .} UNION {?daina :Reitingas '9.2'^^xsd:double .} UNION {?daina :Reitingas '9.2'^^xsd:integer .} UNION {?daina :Reitingas '9.2'^^xsd:date .}}</pre>
---	--

Žemiau lentelėje pateikiami pavyzdžiai, kaip atrodo užklausa, kai ją sudaro keli ryšiai.

Lentelė 4 SPARQL su keliais ryšiais

NLK užklausa	SPARQL užklausa
Rasti asmenis, kurie atlieka dainas ir yra sukūrę žodžius dainai	<pre>SELECT DISTINCT ?asmuo WHERE { {?asmuo :atlieka ?daina .} {?asmuo rdf:type :Asmuo .} {?daina rdf:type :Daina .} {?asmuo :sukurė_žodžius ?dainai .}}</pre>
Rasti asmenis, kurie atlieka dainas arba yra sukūrę žodžius dainai	<pre>SELECT * WHERE { {?asmuo :atlieka ?daina .} ?asmuo rdf:type :Asmuo . ?daina rdf:type :Daina . } UNION {?asmuo :sukurė_žodžius ?dainai .} ?asmuo rdf:type :Asmuo . ?dainai rdf:type :Daina .}}</pre>
Rasti asmenis, kurie atlieka dainą „Baltoji varnelė“ ir yra sukūrę melodiją dainai „Baltoji varnelė“	<pre>SELECT ?Asmuo WHERE { {?Asmuo :atlieka :Baltoji_varnelė .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .} {?Asmuo :sukurė_melodiją :Baltoji_varnelė .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .}}</pre>
Rasti asmenis, kurie atlieka dainą „Baltoji varnelė“ arba yra sukūrę melodiją dainai „Baltoji varnelė“	<pre>SELECT ?Asmuo WHERE { {?Asmuo :atlieka :Baltoji_varnelė .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .} UNION {?Asmuo :sukurė_melodiją :Baltoji_varnelė .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .}}</pre>
Rasti asmenis, kurių vardas „Andrius“ ir pavardė „Mamontovas“	<pre>SELECT ?Asmuo WHERE { {?Asmuo :Vardas 'Andrius'^^xsd:string .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .} {?Asmuo :Pavardė 'Mamontovas'^^xsd:string .} ?Asmuo rdf:type :Asmuo .}}</pre>

Žemiau lentelėje pateikiami pavyzdžiai, kai natūralios kalbos sakinyje vartojamas neiginys ir kaip tai užrašoma SPARQL kalba.

Lentelė 5 SPARQL neiginys

NLK užklausa	SPARQL užklausa
Rasti asmenis, kurie atlieka dainas ir yra nesukūrę žodžių dainai	<pre>SELECT DISTINCT ?asmuo WHERE { ?asmuo :atlieka ?dainai .}</pre>

	<pre>?asmuo rdf:type :Asmuo . ?dainai rdf:type :Daina . MINUS {?asmuo :sukure _zodžius ?dainai .}</pre>
Rasti asmenis, kurie neatlieka dainos „Baltoji varnelė“	<pre>SELECT ?Asmuo WHERE { ?Asmuo rdf:type :Asmuo . MINUS {?Asmuo :atlieka :Baltoji_varnelė .}}</pre>
Rasti asmenis, kurių vardas nėra „Sigitas“	<pre>SELECT ?Asmuo WHERE { ?Asmuo rdf:type :Asmuo . MINUS {?Asmuo :Vardas 'Sigitas'^^xsd:string.}}</pre>

2.6. Vartotojų analizė

2.6.1. Vartotojų aibė, tipai ir savybės

Ribotos natūralios lietuvių kalbos užklauskos vartotoju gali būti bet kuris asmuo, naudojantis lietuvių kalbą ir turintis poreikį rasti duomenis ontologijoje. Reiktų išskirti kelis vartotojų tipus:

- vartotojai, neturintys žinių apie ontologiją;
- vartotojai, turintys žinių apie ontologijas, jų kūrimą, vaizdavimą.

Pirmo tipo vartotojai suinteresuoti gauti atsakymą į užduotą klausimą ribota natūralia kalba. Antro tipo vartotojus domina, kaip būtų galima praturtinti informacines sistemas naudojant sukurtą sprendimą.

2.6.2. Vartotojų tikslai ir problemos

Vartotojų, neturinčių žinių apie ontologijas, tikslas yra gauti teisingą atsakymą į pateiktą klausimą (užklausa). Klausimo formavimo formoje vartotojai parenka žodžius iš pateikiamo sąrašo. Suformavus klausimą, užklausa transformuojama į *SPARQL* užklausa, kuri įvykdoma ir vartotojas rezultatų lange mato pateiktą atsakymą. Klausimo formavimo formoje bus įvesti apribojimai, ko vartotojas gali klausti, taip išvengiant galimų dviprasmybių ir netikslumų.

Vartotojų, turinčių žinių apie ontologijas, tikslas panaudoti sukurtą sprendimą individualiems projektams. Juos dominantys klausimai būtų: kokias technologijas reikalinga naudoti norint naudoti sukurtą sprendimą, kaip algoritmas veikia ir kaip jį galima būtų integruoti.

2.7. Esamų sistemų analizė

Esamų sprendimų analizei buvo nusistatyti kriterijai pagal kuriuos jie lyginami tarpusavyje: įvedimas lietuvių kalba, *SPARQL* užklausų kalbos naudojimas, *OWL* kalbos palaikymas, suderinamumas su Jena, neperkrauta sąsaja elementais bei išspėstas dviprasmiškumo klausimas.

Pradžiai atliekama esamų sprendimų apžvalga, kurios metu išsiaiškinamos esamo sprendimo pagrindinės savybės.

2.7.1. Ginseng sprendimo apžvalga

Ginseng [7] - patariamos įvesties (angl. *guided input*) natūralios kalbos paieškos variklis semantiniame tinkle. *Ginseng* realizavo pusiau natūralios kalbos užklausas. Pagrindinis skirtumas tarp *Ginseng* ir pilnos natūralios kalbos sąsajos - *Ginseng* nenaudoja jokio žodyno ir nebando aiškinti užklausų (logiškai ar sintaksiškai). Vietoj to, *Ginseng* žino žodyną, apibrėžtą šiuo metu laikomų ontologijų. Visos ontologijos saugomos *Jena inferencing* modelyje (*OWL_MEM_RULE_INF*). Pastebima, kad žodynas auga su kiekviena papildomai įdėta ontologija.

Ginseng naudoja *Jena* variklį *SPARQL* užklausoms įvykdyti ir rezultatams iš ontologijų ištraukti per *Jena* ontologijų modelį. Klausimų forma yra patarančioji: vartotojas įvedinėjantis klausimą mato ir galimus žodžius klausimui sudaryti.

2.7.2. Querix sprendimo apžvalga

Kitas nagrinėtas sprendimas – *Querix* [6], natūralios kalbos užklausų ontologijų sąsaja paremta paaiškinimo dialogais. *Querix* vartotojo sąsaja leidžia vartotojams įvesti pilną natūralios kalbos užklausą ir pasirinkti ontologiją užklausimui. *Querix* naudoja du užklausų analizavimo pagalbinus komponentus. Pirmas komponentas, tai *Stanford Parsen*, kuris išskiria iš užklausos pagrindines žodžių kategorijas: daiktavardžius, veiksmažodžius, prielinksni, jungtuką bei klausiamąjį žodį. Antras komponentas yra *WordNet*, kuris pateikia sinonimus visiems daiktavardžiams ir veiksmažodžiams užklausoje.

SPARQL užklausoms sugeneruoti naudoja taip pat *Jena* variklį, kaip ir *Ginseng*, bei papildomai naudojamas *Pellet* variklis.

2.7.3. KIM platform sprendimo apžvalga

Kitas nagrinėtas sprendimas – *KIM platform* [6], ribotos natūralios kalbos užklausų ontologijų sąsaja paremta pasirinkimo dialogais. *KIM platform* vartotojo sąsaja leidžia vartotojams pasirinkti klausti tik to kas yra ontologijoje. Klausimo formavimo struktūra yra tokia: pateikiamas klasių sąrašas iš ontologijos. Pasirinkus klasę atitinkamuose laukuose atvaizduojami klasės ryšiai ir savybės. Atitinkamai pasirinkus klasės ryšį, atvaizduojami tam ryšiui priklausančios klasės ir ryšiai. Ciklas gilyn vyksta iki trečio lygmens, t.y. jeigu pasirinkta klasė ir atitinkamas jos ryšys, atvaizduojamos ryšio klasės su jų ryšiais. Pasirinkus antrą ryšį, suformuojamas trečias stulpelis su ryšio klasėmis ir jų ryšiais ir/ar savybėmis.

KIM platform sudaro begalės komponentų. Nemokamoje versijoje platforma naudoja *SeRQL* užklausų kalbą. *SPARQL* užklausoms sugeneruoti naudoja *OWLIM* ontologijų saugyklą, kuri talpinama *Sesame* serveryje.

2.7.4. Esamų sprendimų palyginimas

Sekančioje lentelėje parodomi esamų sprendimų privalumai ir trūkumai vertinant pagal nusistatytus kriterijus.

Lentelė 6 Esamų sprendimų palyginimas

Egzistuojantis sprendimas/ Vertinimo kriterijus	<i>Ginseng</i>	<i>Querix</i>	<i>KIM platform</i>
Įvedimas lietuvių kalba	-	-	-
Išspręstas dviprasmiškumo klausimas	+/-	+	+
Neperkrauta vartotojo sąsaja elementais	+	+	+/-
<i>SPARQL</i> užklausos naudojimas	+	+	+
<i>OWL</i> kalbos palaikymas	+	+	+
Žodžių derinimas	+	+	-
Žodžių sufleravimas po vieną žodį	+	-	-
Nepriklausomas nuo ontologijos dalykinės srities	+	+	+/-

Atlikta palyginimo lentelė, parodė, kad daugumą kriterijų atitiko *Ginseng* sprendimas. Pastebima, kad nei vienas nagrinėtas sprendimas nepritaikytas įvedinėti natūralios kalbos užklausą lietuvių kalba. Todėl siekiamą sprendimą bus bandoma realizuoti panašesnę į *Ginseng* sprendimą, atsižvelgiant į pasirinktus palyginimo kriterijus. Išskyrus kriterijus apie žodžių kaitymą, derinimą – šie kriterijai sprendimui nebus nagrinėjami.

2.8. Siekiamas sprendimas

Taigi siekiama sukurti universalų sprendimą nepriklausomą nuo ontologijos dalykinės srities. Jis gebėtų atlikti teisingą transformaciją iš ribotos natūralios kalbos užklauso lietuvių kalba į mašininę kalbą – *SPARQL* kalbos užklausą. Realizavimui būtų naudojama *Java* programavimo kalba, vykdanči paiešką nuosavoje *OWL* ontologijoje, kuri prieinama per saugyklos *SPARQL* prieigos tašką.

Klausimo formavimui bus parinktas struktūrizuotas formos pildymo būdas. Vartotojui formos duomenys bus pateikiami išskleidžiamame sąraše, t.y. viename laukelyje pasirinkęs atitinkamą ontologijos elementą, kitame laukelyje pateikiamas pasirinkto elemento patikslinamųjų reikšmių sąrašas.

Atliktos esamų sprendimų analizės metu pasirinkti pagrindiniai siekiamo sprendimo kriterijai.

2.9. Analizės išvados

1. Atlikta esamų sprendimų analizė parodė, kad sprendimų, kurie natūralios kalbos užklauso įvedimui naudotų lietuvių kalbą, nėra. Tokių sprendimų nebuvimą apsunkina lietuvių kalbos sintaksė, kurioje yra giminių, linksnių. Todėl nutarta formuoti užklausą ribota natūralia kalba, nenagrinėjant lietuvių kalbos žodžių kaitymo.
2. Nagrinėta literatūros šaltinių ontologijos kalbų analizė parodė, kad tikslinga naudoti *OWL* ir *SPARQL* kalbas.
3. Išanalizavus ontologijos kūrimo įrankius, nustatyta, kad tinkamiausias yra *TopBraid Composer Free Edition* įrankis, kuris patogus, suprantamas, turi papildomų funkcionalumų ontologijoms ištestuoti.
4. Atlikta esamus sprendimų palyginimo lentelė, parodė, kad kuriant vartotojo sąsają svarbu atsižvelgti, kad ji būtų patogi, suprantama bei gebėtų pateikti nedviprasmiškus, tikslius atsakymus.

3. SISTEMOS REIKALAVIMAI

3.1. Sistemų reikalavimų specifikacija

Šiame skyriuje aprašoma nuo dalykinės srities nepriklausomo *SPARQL* užklausų sudarymo sistemos reikalavimai. Surašomi funkciniai ir nefunkciniai sistemos reikalavimai, aprašomas pasirinktas ontologijos modelis.

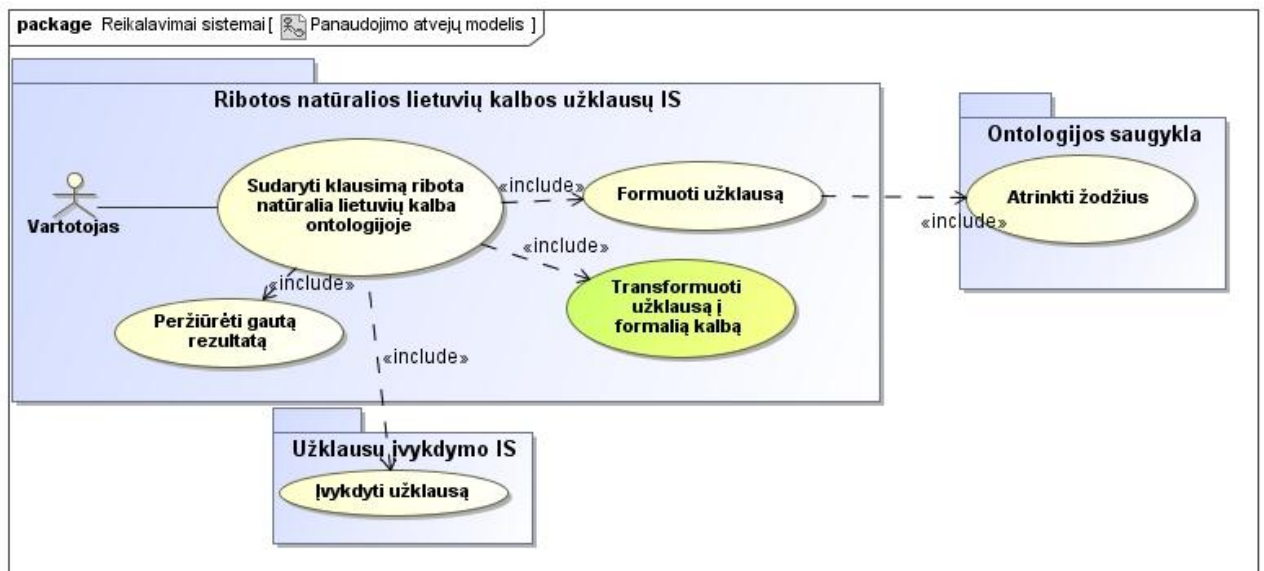
3.1.1. Funkciniai reikalavimai

Skyrelyje aprašomi nuo dalykinės srities nepriklausomo *SPARQL* užklausų sudarymo sistemos funkciniai reikalavimai.

3.1.1.1. Kompiuterizuojamų panaudojimo atvejų diagrama

Užklauso ribota natūralia kalba sudarymo funkcija apima užklauso formavimą, žodžių atrinkimą užklauso formavimui, užklauso transformavimą į formalią kalbą, užklauso įvykdymą ir paieškos rezultatų atvaizdavimą. Užklauso ribota natūralia lietuvių kalba sudarymas susideda iš kelių smulkesnių procesų:

1. Formuoti užklausą – vartotojas pasirinkdamas žodį iš pateikiamo sąrašo suformuoja užklausą. Formuojant užklausą, dinamiškai grafinės sąsajos elementuose pateikiamos reikšmės, iš kurių konstruojant užklausą gali rinktis vartotojas.
2. Transformuoti užklausą į formalią kalbą – vartotojas baigęs formuoti klausimą nuspaudžia mygtuką pradedantį paiešką – atliekamas užklauso transformavimo procesas.
3. Įvykdyti užklausą – vartotojas suformavęs klausimą nuspaudžia paieškos procesą pradedantį mygtuką, atliekama transformacija ir įvykdoma *SPARQL* užklausa.
4. Peržiūrėti gautą rezultatą – vartotojas mato paieškos rezultatus, kai prieš tai užklausa buvo suformuota, transformuota ir įvykdyta.
5. Atrinkti žodžius - vartotojas gali iš ontologijos atrenkamų žodžių konstruoti klausimą.



3 pav. Kompiuterizuojamų panaudojimo atvejų diagrama

3.1.1.2. Specifikacijos kiekvienam panaudojimo atvejui

Šiame skyriuje aprašomi panaudojimo atvejai, kuriuose detaliau aprašyta koks yra pasirinktas tinkamumo kriterijus ir koks to panaudojimo atvejo scenarijus.

Žemiau lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis “Sudaryti klausimą ribota natūralia lietuvių kalba ontologijoje”.

Lentelė 7 PA „Sudaryti klausimą ribota natūralia lietuvių kalba ontologijoje“

Panaudojimo atvejis „Sudaryti klausimą ribota natūralia lietuvių kalba ontologijoje“	
Aktoriaus pavadinimas	Vartotojas
Aprašas	Rašomas klausimas ribota natūralia lietuvių kalba
Tinkamumo kriterijus	Vartotojas gali klausti lietuvių kalba
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Susipažįstama su ontologijos tematika; 2. Įvedami žodžiai klausimui sudaryti lietuvių kalba, susiję su ontologijos tematika; 3. Sufleruojami žodžiai, kurie yra įrašyti ontologijoje; 4. Sudaromas klausimas lietuvių kalba.
Alternatyvus scenarijus	-

Šėkančioje lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis “Formuoti užklausą”.

Lentelė 8 PA "Formuoti užklausa"

Panaudojimo atvejis „Formuoti užklausa“	
Aktoriaus pavadinimas	Vartotojas
Aprašas	Formuoja klausimą iš lietuviškų žodžių
Tinkamumo kriterijus	Vartotojas turi galimybę pasirinkti žodį formuojant klausimą
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Parašomi žodžiai klausimo formavimui; 2. Pasirenkami sufleruojami žodžiai; 3. Baigiamasis klausimo sakinys.
Alternatyvus scenarijus	-

Sekančioje lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis "Atrinkti žodžius".

Lentelė 9 PA "Atrinkti žodžius"

Panaudojimo atvejis „Atrinkti žodžius“	
Aktoriaus pavadinimas	Sistema
Aprašas	Formuojant klausimą atrenka žodžius iš ontologijos
Tinkamumo kriterijus	Vartotojas turi galimybę pasirinkti tinkamą žodį formuojant klausimą
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Pasirenkamas/pasirenkami žodžiai klausimo formavimui; 2. Pasirenkami atrinkti žodžiai; 3. Baigiamasis klausimo sakinys.
Alternatyvus scenarijus	-

Sekančioje lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis "Transformuoti užklausa į formalią kalbą".

Lentelė 10 PA "Transformuoti užklausa į formalią kalbą"

Panaudojimo atvejis „Transformuoti užklausa į formalią kalbą“	
Aktoriaus pavadinimas	Sistema
Aprašas	Sprendimas, kuris iš parametrizuotos natūralios kalbos užklauso transformuos ją į SPARQL kalbą
Tinkamumo kriterijus	-
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Sudarytas klausimas ribota natūralia kalba; 2. Šablono parinkimas pagal taisykles;

	3. Užlausos transformavimas.
Alternatyvus scenarijus	Jei nerandamas tinkamas šablonas, formuojamas klausimas iš naujo.

Sekančioje lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis “Įvykdyti užklausą”.

Lentelė 11 PA "Įvykdyti užklausą"

Panaudojimo atvejis „Įvykdyti užklausą“	
Aktoiaus pavadinimas	Užklausų įvykdymo variklis
Aprašas	Įvykdoma <i>SPARQL</i> užklausa
Tinkamumo kriterijus	-
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Pateikiama <i>SPARQL</i> užklausa vykdymui; 2. <i>SPARQL</i> užklausa įvykdoma; 3. Gražina užklaustos rezultatus.
Alternatyvus scenarijus	-

Sekančioje lentelėje aprašytas panaudojimo atvejis “Peržiūrėti gautą rezultatą”.

Lentelė 12 PA "Peržiūrėti gautą rezultatą"

Panaudojimo atvejis „Peržiūrėti gautą rezultatą“	
Aktoiaus pavadinimas	Vartotojas
Aprašas	Peržiūrėti gautą rezultatą
Tinkamumo kriterijus	Vartotojas turi galimybę gauti atsakymą
Panaudojimo atvejo scenarijus	1. Buvo suformuotas klausimas ir įvykdyta užklausa; 2. Gražintas įvykdytas <i>SPARQL</i> užklaustos šablonas; 3. Peržiūrimas rezultatas.
Alternatyvus scenarijus	-

3.1.1.3. Vartotojų sąsajos modelis

Vartotojo sąsaja yra vienas iš sistemos sukūrimo uždavinių. 4 paveiksle pateikiamas pirminis grafinės vartotojo sąsajos vaizdas. Vartotojo sąsają sudarys:

- paieškos parametrų pasirinkimo forma;

- mygtukas „Rasti“, vykdomas užklauso transformavimo į *SPARQL* užklausa ir *SPARQL* užklauso įvykdymo komandas;
- paieškos rezultatų atvaizdavimo langas;
- suformuoto ribota natūralia lietuvių kalba klausimo transformavimo rezultatas – suformuota *SPARQL* užklausa.

4 pav. Vartotojo sąsajos modelis

3.1.2. Nefunkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje apibrėžiami nefunkciniai numatomo sprendimo reikalavimus. Detaliau pateikti sekančiuose skyreliuose.

3.1.2.1. Sistemos išvaizda

Pateiktoje žemiau lentelėje aprašoma sistemos išvaizda.

Lentelė 13 Sistemos išvaizda

Reikalavimas #1	
Aprašymas	Vartotojo sąsaja turi būti intuityvi, funkcijos pasiekiamos iš pradinio sistemos lango vartotojui prisijungus.
Pagrindimas	Vartotojui turi būti paprasta naudotis sistema.
Tinkamumo kriterijus	Vartotojas lengvai randa visas jam prieinamas funkcijas, meniu pavadinimai aiškūs ir nedviprasmiški, patogiai išdėstyti informacijos įvedimo laukai.

3.1.2.2. Stilius

Pateiktoje žemiau lentelėje aprašomas vartotojo sąsajos stilius.

Lentelė 14 Stilius

Reikalavimas #2	
Aprašymas	Vartotojo sąsaja neturi naudoti ryškių, kontrastuojančių spalvų.
Pagrindimas	Vartotojo neturi erzinti sistemos aplinka.
Tinkamumo kriterijus	Vartotojo neerzina sistemos naudojamas spalvų derinys.

3.1.2.3. Naudojimosi paprastumas

Pateiktoje žemiau lentelėje aprašomas vartotojo sąsajos naudojimosi paprastumas.

Lentelė 15 Naudojimosi paprastumas

Reikalavimas #3	
Aprašymas	Grafinė vartotojo sąsaja turi būti aiški, lengvai suprantama.
Pagrindimas	Vartotojui turi būti lengva naudotis sistema.
Tinkamumo kriterijus	Pateikiamą informaciją suskirstoma į atskirus puslapius, į kuriuos galima patekti paspaudus meniu punktus ar atitinkamas nuorodas. Meniu punktų pavadinimai ir nuorodos turi būti aiškūs, kad būtų įmanoma iš pavadinimo orientuotis, kas yra tame puslapyje.

3.1.2.4. Mokymosi reikalavimai

Pateiktoje žemiau lentelėje aprašomas sistemos mokymosi reikalavimai.

Lentelė 16 Mokymosi reikalavimai

Reikalavimas #4	
Aprašymas	Turi būti paprasta išmokti naudotis sistema.
Pagrindimas	Sistema turi būti nesudėtinga.
Tinkamumo kriterijus	Neapmokyti vartotojai išmoksta naudotis sistema per 1 valandą ar greičiau.

3.2. Reikalavimų analizės apibendrinimas

Aprašyti sistemos nefunkciniai reikalavimai, pateikiant tinkamumo kriterijus reikalavimų išpildymui patikrinti.

Sudarant funkcinis reikalavimus pateikta panaudojimo atvejų diagrama su 6 panaudojimo atvejais. Sudarytos specifikacijos kiekvienam panaudojimo atvejui.

Sudarytas pirminis vartotojo sąsajos modelis, kuris keisis projekto eigoje.

4. SISTEMOS PROJEKTAS

Kuriamos sistemos projektavimo tikslas yra sukurti pilnus, normalizuotus, kiek įmanoma neperteklinius bei konceptualiai, logiškai ir fiziškai pilnai nepriekaištingus sistemos funkcionavimo modelius.

4.1. Sistemos architektūros projektas

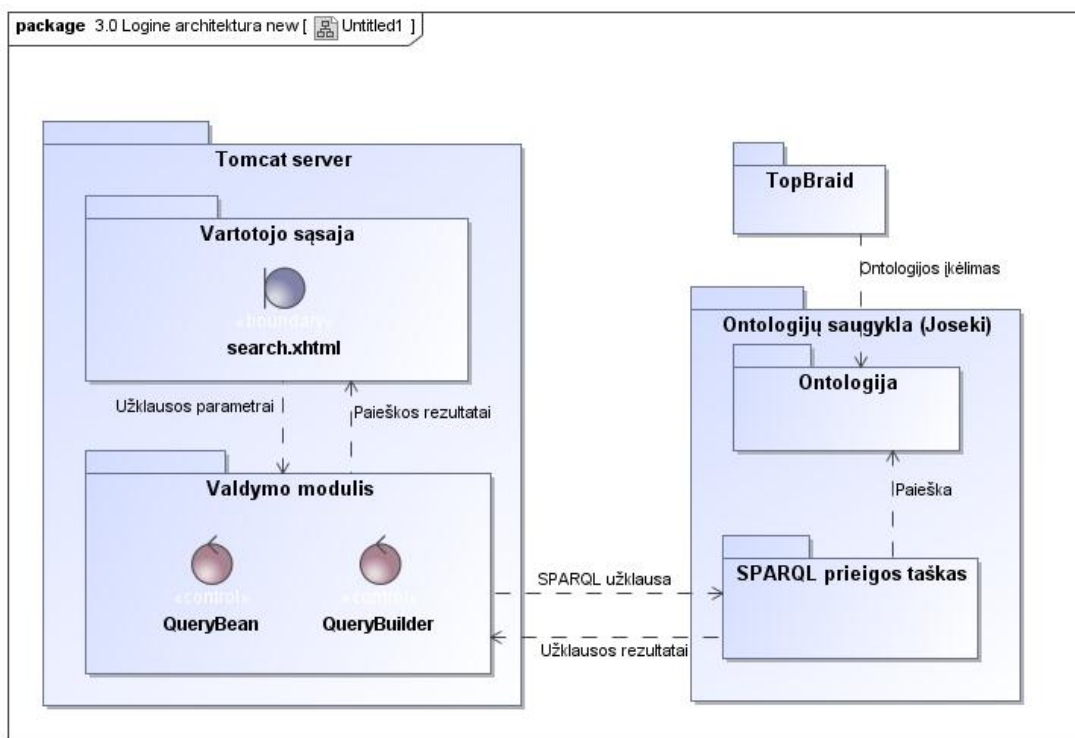
Sistemos architektūros projekto dalyje identifikuojamos sistemos posistemės, posistemžių kontrolės ir tarpusavio sąveikos būdai.

4.1.1. Sistemos loginė architektūra

Sistemos loginė architektūra apima klausimus, susijusius su aparatinių ir programinių priemonių sandara. 5 paveiksle vaizduojama sistemos loginė architektūra, kurią sudaro:

1. Vartotojo sąsaja – atsako už vartotojo sąsajos formavimą ir rezultatų atvaizdavimą.
2. Valdymo modulis – atsako už visų komponentų bendradarbiavimą.
3. Ontologijų saugykla – talpina ontologiją ir priima užklausas per *SPARQL* prieigos tašką.
4. *TopBraid* – ontologijos kūrimo įrankis, kuriuo sukurta ontologija įkeliama rankiniu būdu į Joseki serverį.

Iš vartotojo sąsajoje įvestų užklausos parametrų *TomCat* serveryje esantis valdymo modulis suformuoja *SPARQL* užklausa. Užklausa nusiuntus į ontologijų saugyklos prieigos tašką, grąžinti rezultatai apdorojami pagal vartotojo sąsajoje įvestus parametrus ir persiunčiami vartotojo sąsajai atvaizduoti.



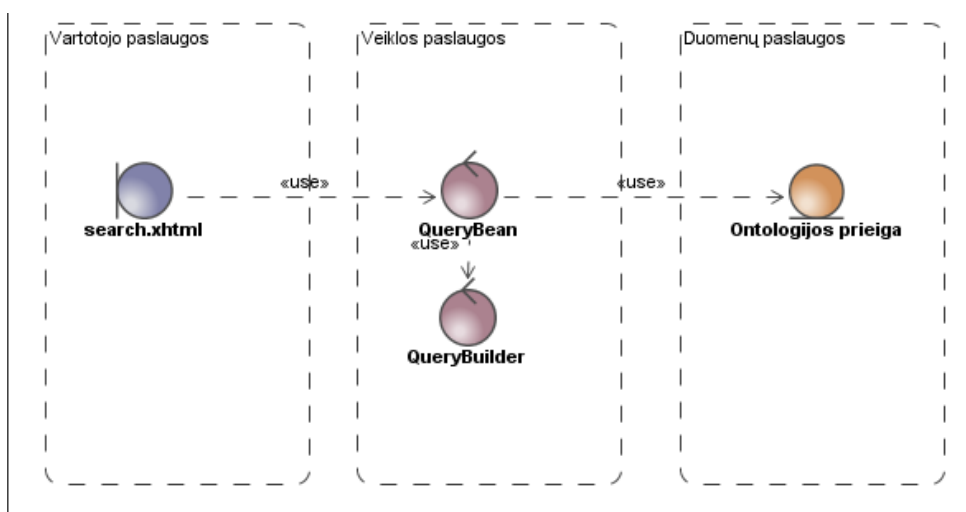
5 pav. Sistemos loginė architektūra

4.1.2. Vartotojo, veiklos ir duomenų paslaugos

Sistemos klases galima suskirstyti į tris paslaugų grupes (6 paveiksle), kurių pirmoji yra vartotojo paslaugos. Šios klasės formuoja programos išvaizdą.

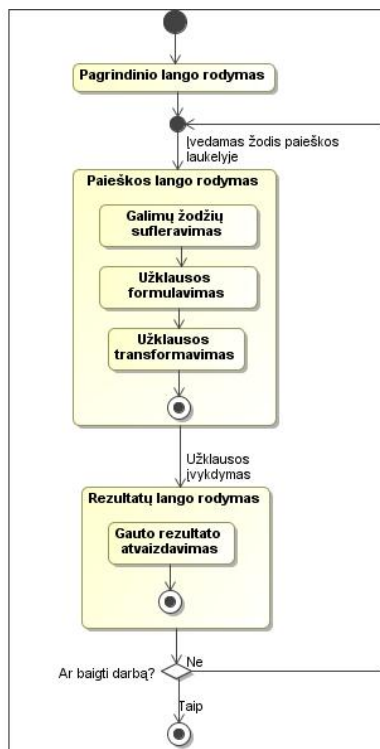
Veiklos paslaugų klasėse atliekami visi loginiai sistemos veiksmai. Vartotojui sąveikaujant su vartotojo sąsajos elementais, kviečiami veiklos paslaugų klasių metodai.

Duomenų paslaugų klasėse saugomi sistemos duomenys ir duomenų logika. Į šias klases kreipiamasi kai kitoms paslaugoms reikia išsaugoti ar paimti saugomus duomenis.



6 pav. Vartotojo, veiklos ir duomenų paslaugų klasės

Nubraižyti panaudojimo atvejai, dalykinės srities modelis, vartotojo sąsajos modelis leidžia sudaryti vartotojo sąsajos navigavimo planą (7 pav.).

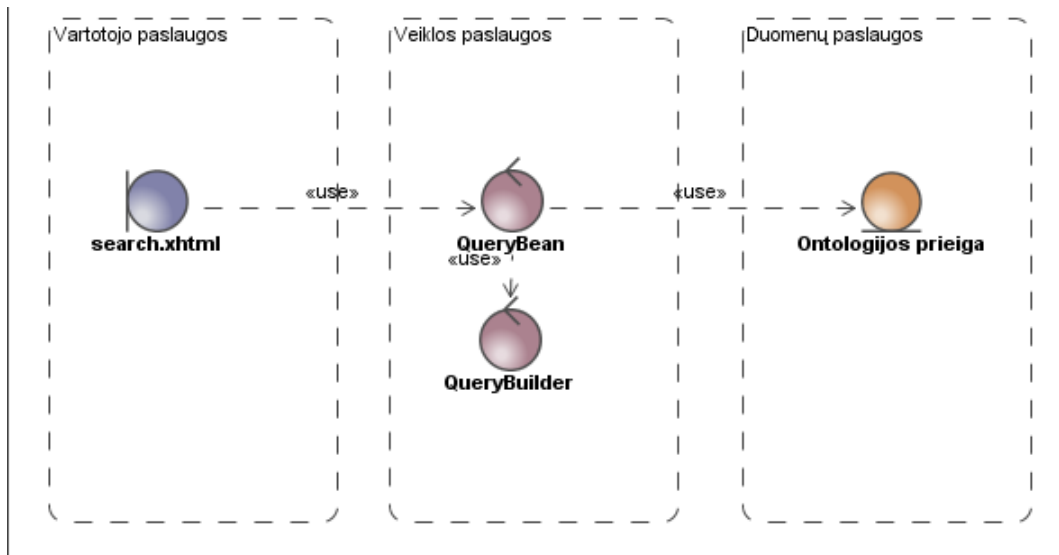


7 pav. Vartotojo sąsajos navigavimo planas

4.1.3. Sistemos klasės

Žemiau pateiktoje diagramoje pavaizduotos pagrindinės projekto klasės (8 pav.):

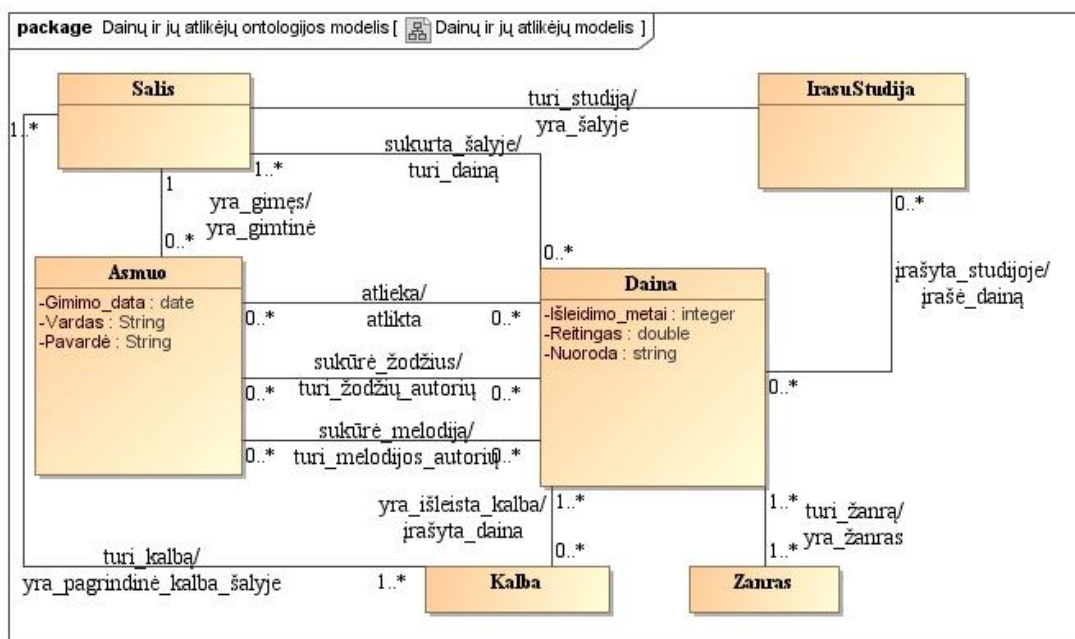
- *QueryBean* klasė iš pateiktų užklauso parametrų sukuria ir grąžina *SPARQL* užklauso. Taipogi siunčia nurodytą užklauso *SPARQL* prieigos taškui ir grąžina gautus rezultatus.
- *QueryBuilder* klasėje saugomi visi reikalingi užklauso šablonai.
- *search.xhtml* faile aprašyta vartotojo sąsaja ir pagal vartotojo veiksmus kviečia atitinkamas programos funkcijas.



8 pav. Sistemos klasės

4.2. Ontologijos konceptų diagrama

Sistemai sudaryta bandomoji ontologija tema dainos ir jų atlikėjai. Klasių diagramoje pateikiam ontologiją sudarantys elementai (9 pav.). Diagramą sudaro 6 klasės, kurios susietos tarpusavio objektinėmis savybėmis bei nurodytos klasių duomenų savybės.



9 pav. Dainų ir jų atlikėjų ontologijos klasių diagrama

4.2.1. Įvardinimo taisyklės

Šiame skyrelyje pateikiamos ontologijos klasių ir savybių užrašymo taisyklės, kurios reikalingos bandomajai ontologijai sudaryti.

1. Ontologijoje klasės ir duomenų savybės vartojamos daiktavardžio vardininko linksniu.

2. Klasių ir savybių pavadinimai gali būti iš daugiau negu vieno žodžio.

3. Klasių ir duomenų savybių pavadinimai, esantys iš kelių žodžių turi būti sujungti “_” apatiniu brūkšniu, kur pirmasis žodis yra iš didžiosios raidės, o sekantys iš mažųjų raidžių.

Objektinių savybių pavadinimai, esantys iš kelių žodžių taip pat jungiami “_” apatiniu brūkšniu, o žodžiai rašomi iš mažųjų raidžių.

4.2.2. Ribotos natūralios kalbos užklauso sudarymo taisyklės

Šiame skyrelyje aprašomos ribotos natūralios lietuvių kalbos užklauso sudarymo taisyklės.

1. Užklauso formavimas pradedamas nuo pirmos eilutės. Kad būtų teisingai suformuota *SPARQL* užklausa, galimos tokios kombinacijos:

- 1) Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti tik klasę;
- 2) iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, o iš antrojo – ryšį;
- 3) Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, o iš antrojo – savybę;
- 4) Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio reikšmę;
- 5) Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – savybę, iš trečiojo – savybės reikšmę;
- 6) Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę;
- 7) Iš pirmos eilutės pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę, iš antros eilutės pirmojo laukelio – ryšio srities klasės ryšį;
- 8) Iš pirmos eilutės pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę, iš antros eilutės pirmojo laukelio – ryšio srities klasės savybę;
- 9) Iš pirmos eilutės pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę, iš antros eilutės pirmojo laukelio – ryšio srities klasės ryšio reikšmę;

10) Iš pirmos eilutės pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę, iš antros eilutės pirmojo laukelio – ryšio srities klasės savybės reikšmę.

2. Užklauso formavimui yra galimybė pridėti naują eilutę su trimis laukeliais – mygtukas [Pridėti papildomą]. Teisingam užklauso formavimui tinkamas aukščiau aprašytas sudarymas. Prie turimos užklauso pridėdama nauja eilutė, kurios sujungiamos jungtuku IR.

3. Kai formuojama užklausa tokia kombinacija – “Iš pirmojo laukelio galima pasirinkti klasę, iš antrojo – ryšį, iš trečiojo – ryšio srities klasę” atvaizduojama antra eilutė su dviem laukeliais. Antros eilutės pirmajame laukelyje atvaizduojami klasės ryšiai ir savybės, išskyrus pirmoje eilutėje parinkto ryšio inversija (Pvz.: Asmuo, kuris parašė, Knyga, kuri {metai, pavadinimas, nupirkta, perskaityta}).

4. Formuojant užklausa, dinamiškai rezultatų lange atvaizduojami užklauso rezultatai. Kiekvieno pasirinkimo metu gražinami pasirinktų užklauso parametrų rezultatai.

5. Mygtukas [Klausti] pagal parašytą *SPARQL* užklausa, rezultatų lange išveda rezultatus.

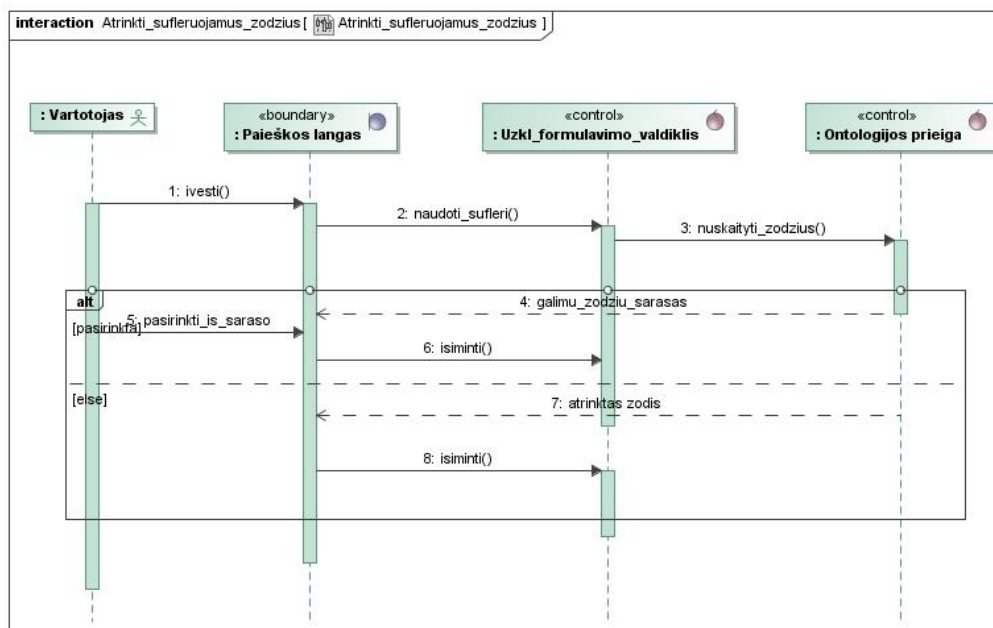
6. Laukelyje pasirinkus tuščią reikšmę, užklausa iki to laukelio nustato pradines reikšmes.

7. Sistemoje yra galimybė pridėti eilutę, todėl yra galimybė ir pašalinti pridėtą eilutę – mygtukas [Pašalini papildomas].

4.3.Sistemos elgsenos modelis

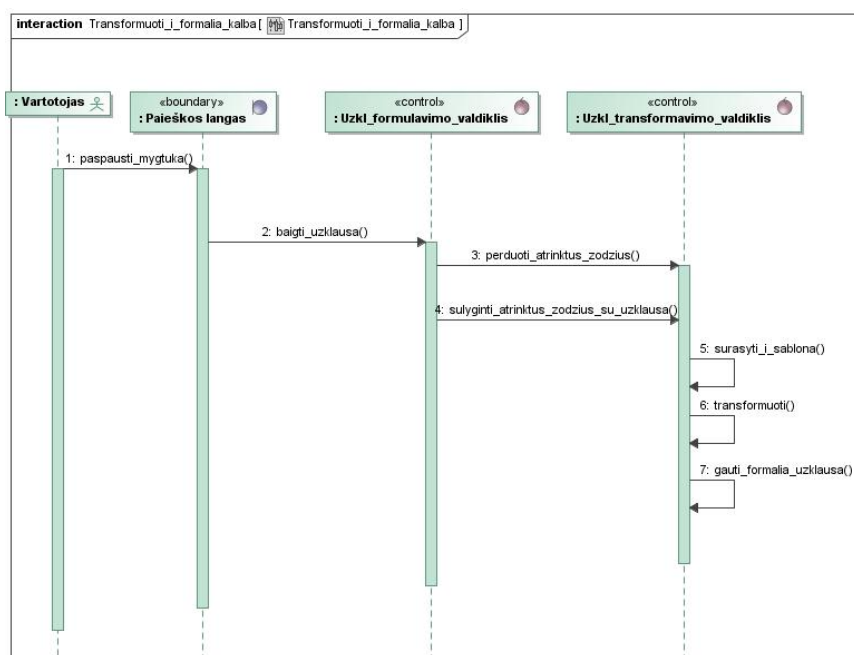
Sistemos elgsenos modelis atskleidžia kokie procesai ir algoritmai vyks sistemoje. Pagrindiniai sistemos procesai - sufleruojamų žodžių atrinkimas, transformavimas iš natūralios kalbos į formalią kalbą bei rezultato peržiūra.

10 paveiksle pavaizduota sekų diagrama rodo kaip vyksta sufleruojamų žodžių atrinkimas. Vartotojas paieškos lange įveda žodį, tada užklauso formulavimo valdiklis naudoja suflerį, kuris iš ontologijos nuskaito žodžius ir suranda įvestą žodį arba pasiūlo įvesto, bet nebaigto žodžio pabaigą. Vartotojas gali rinktis iš siūlomų žodžių variantų arba palikti įrašytą žodį. Vartotojo pasirinktas arba įrašytas žodis įsimenamas. Žodžių atrinkimas ir įsiminimas vyksta tol kol užbaigiama rašyti užklausa.



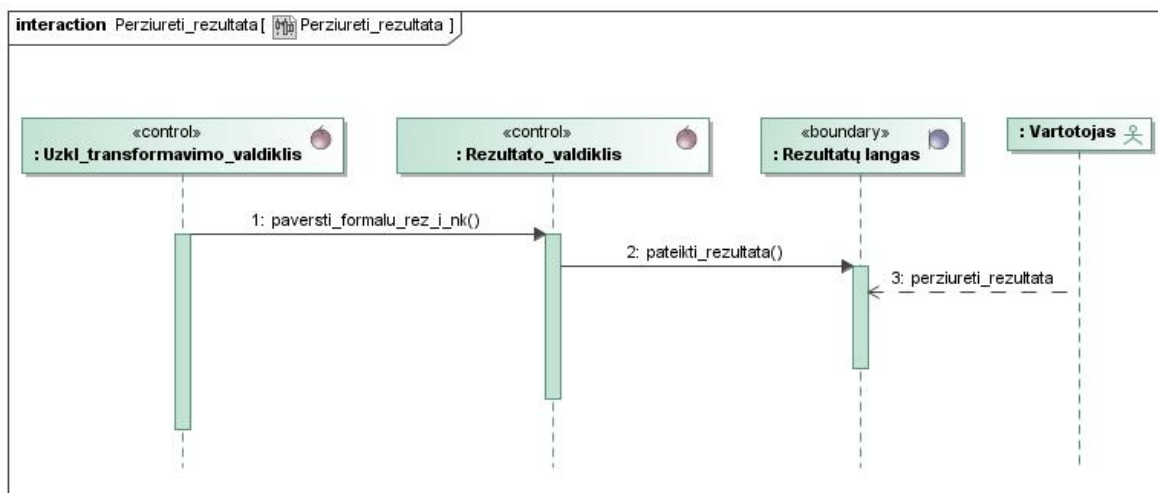
10 pav. Sufleruojamų žodžių atrinkimo sekų diagrama

11 paveiksle pateikiama sekų diagrama, kuri vaizduoja kaip transformuojama natūralios kalbos užklausa į formalią užklausą. Kai vartotojas paspausdžia paieškos mygtuką, užklausų formulavimo valdikliui duodamas signalas, kad užklausa baigta ir ją galima pradėti transformuoti. Užklausų transformavimo valdiklis gauna atrinktus žodžius ir juos sulygina su užklausa. Įvykus sulyginimui, užklausoje atmetami klausiamieji žodžiai, skyrybos ženklai. Gautieji žodžiai surašomi į šabloną, transformuojami ir gaunama formali užklausa.



11 pav. Transformavimo į formalią kalbą sekų diagrama

Sėkmingai įvykus natūralios kalbos užklauso į formalią kalba transformavimui, gaunamas formalios kalbos rezultatas. Rezultatų valdiklis gautą rezultatą paverčia į natūralios kalbos rezultatą ir pateikia jį rezultatų lange. Vartotojas peržiūri natūralios kalbos rezultatą rezultatų lange (12 pav.).



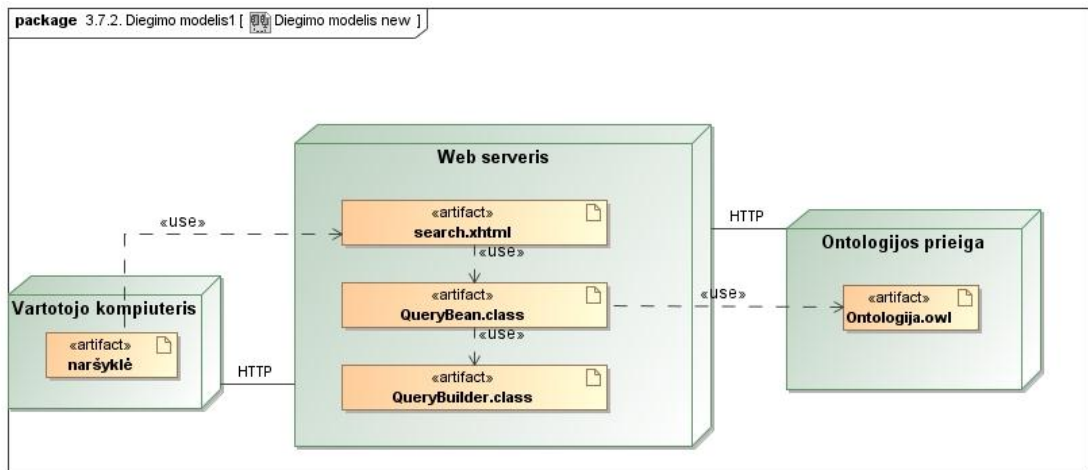
12 pav. Rezultato peržiūros sekų diagrama

4.4. Realizacijos modelis

Sistemos realizacijos modelis, pateikiamas 13 paveiksle, susideda iš Tomcat aplikacijų serverio, ontologijų saugyklos ir vartotojo kompiuterio. *TomCat* serveryje talpinami *search.xhtml*, *QueryBean.class* ir *QueryBuilder.class*.

Ontologija yra saugoma ontologijų saugykloje, kuri gali veikti tiek nutolusiame kompiuteryje, tiek tame pačiame kompiuteryje kaip ir *Web* serveris.

Vartotojui kreipiantis į puslapį, *TomCat* aplikacijų serveris užkrauna į vartotojo kompiuterį *search.xhtml* failą. Tokiu būdu aplikacijų serveris gali siųsti užklauso ontologijų saugyklai.



13 pav. Diegimo diagrama

4.5. Projektavimo etapo išvados

1. Projektavimo eigoje patikslinti funkciniai reikalavimai.
2. Sudarytas demonstracinis modelis, pagal kurį bus kuriama ontologija.
3. Sudarytos įvairių tipų diagramos nusako sistemos pagrindines funkcijas.
4. Sudaryta vartotojo sąsaja, kuri vaizduoja kokie bus pagrindiniai sąsajos elementai.
5. Suprojektuotas sistemos diegimo modelis nurodo, kaip bendraus vartotojas su sistema, o sistema su ontologija.

5. SISTEMOS REALIZACIJA

Šiame skyriuje aprašoma kaip veikia sistema vartotojo sąsajoje, pasiruošiami kontroliniai uždaviniai testavimui.

5.1. Realizacijos ir veikimo aprašymas

Šiame skyrelyje aprašomas vartotojo sąsajos veikimas bei užklausų transformavimo į *SPARQL* užklausas algoritmo sudarymas.

5.1.1. Vartotojo sąsajos modelis

Šiame skyrelyje vaizduojamas sistemos prototipo veikimas. Sudėtingos užklausos formavimo metu pateikiamas galimas sistemos naudojimo scenarijus.

Sistemos prototipas turi generuojamus elementus iš išsiskleidžiančio sąrašo laukų, algoritmų valdymo mygtukus pridėti eilutei, pašalinti pridėtą eilutę, mygtuką [Klausti], kuris įvykdo *SPARQL* užklausą ir gražina jos rezultatus į rezultatų langą. Taipogi yra dinamiškas pradinių reikšmių nustatymas.

Užkrovus sistemą, atveriamas pradinis sistemos langas (14 pav.). Pagrindinė lango struktūra susideda iš paieškos parametrų, *SPARQL* užklausų bei paieškos rezultatų laukų grupių.

Laukų grupėje „Paieškos parametrai“ yra galimybė nusistatyti, kurią ontologiją naudoti atliekant paiešką. Nusistačius norimą ontologiją, galimas paieškos parametrų nustatymas.

Pirmajame laukelyje, vartotojui pateikiamas pasirinktos ontologijos klasių sąrašas. Vartotojui pasirinkus iš pirmojo laukelio norimą klasę, šiuo atveju „Asmuo“, vykdoma užklausa, kuri antrame laukelyje pateikia pasirinktos klasės objektines ir duomenų savybes, o rezultatų lange atvaizduoja pasirinktos klasės individualius elementus (15 pav.)

Sekančiu žingsniu vartotojas gali pasirinkti norimą klasės savybę iš antrojo laukelio. Šiuo atveju pasirinkus savybę „atlieka“, vykdoma užklausa gaunanti trečiame laukelyje visus objektinės savybės reikšmes ir objektinės savybės srities klases. Rezultatų lange, atvaizduojami pasirinktos klasės individualūs elementai, kurie turi objektinę savybę (16 pav.).

Trečiuoju žingsniu vartotojas gali pasirinkti iš trečiojo laukelio objektinės savybės reikšmę arba objektinės savybės srities klasę. Šiuo atveju pasirinkus reikšmę

„Paskutinis_traukinys“, vykdoma užklausa rezultatų lange pateikianti pasirinktos klasės individualius elementus, kurie turi pasirinktą objektinę savybę ir jos reikšmę (17 pav.).

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklausų sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija: Atlikėjai ir jų dainos

Rasti: Asmuo, kuris(-io) :

SPARQL užklausa:

14 pav. Vartotojo sąsaja pradėjus darbą

Naudojama ontologija: Dainos ir atlikėjai

Rasti: Asmuo, kuris(-io) ----- :

SPARQL užklausa:

SELECT *
WHERE { ?egzemplioriai rdf:typ

atlieka
sukurė_melodiją
sukurė_žodžius
yra_gimęs_šalyje
Gimimo_diena
Pavardė
Vardas

Andrius_Mamontovas
Džordana_Butkutė
Džordžas_Geršvinas
Marijonas_Mikutavičius
Sigitas_Geda

15 pav. Užklauso formavimas-generavimas, pirmas žingsnis

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija:

Rasti: , kuris(-io) :

SPARQL užklausa:

```
SELECT DISTINCT ?X
WHERE {
  ?X daina:atlieka ?BKS .
  ?X rdf:type daina:Asmuo .
}
```

Rezultatai
Andrius_Mamontovas
Džordana_Butkutė
Marijonas_Mikutavičius

16 pav. Užklauso formavimas-generavimas, antras žingsnis

http://localhost:8080/query-ontology/

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklauso sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija:

Rasti: , kuris(-io) :

SPARQL užklausa:

```
SELECT ?Asmuo
WHERE {
  ?Asmuo daina:atlieka daina:Paskutinis_traukinys .
  ?Asmuo rdf:type daina:Asmuo .
}
```

Rezultatai
Andrius_Mamontovas

17 pav. Užklauso formavimas-generavimas, trečias žingsnis

Vartotojo sąsajos (18 pav.) modelį sudaro užklauso formavimo dalis ir rezultatų pateikimo lentelė. Papildomai pateikiama *SPARQL* užklausa, kuri parodo ar tinkamai sudaryta *SPARQL* užklausa, kai pasirinkti atitinkami paieškos parametrai.

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklauso sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija:	Atlikėjai ir jų dainos	http://localhost:2020/asmuostraipsnis	
Rasti:	Asmuo	, kuris(-io) Vardas	: Andrius

SPARQL užklausa:
<pre>PREFIX :<http://example.org/asmuostraipsnis#> PREFIX rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd:<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX owl:<http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> SELECT ?asmuo WHERE { ?asmuo :Vardas 'Andrius'^^xsd:string ; rdf:type :Asmuo . }</pre>
Klausti

Rezultatas
Andrius_Mamontovas

18 pav. Vartotojo sąsajos modelis

5.1.2. RNLK užklauso transformavimas į *SPARQL* užklauso algoritmo sudarymas

Šiame skyrelyje aptariama ribotos natūralios lietuvių kalbos transformavimo į *SPARQL* užklauso algoritmo veikimas.

5.2. Testavimo modelis ir duomenys

Testavimo modelis skirtas patikrinti ar užduodamos užklauso pagal susidarytą ontologiją duomenis atvaizduoja teisingai. Testavimo modelį sudaro:

- užklauso pateikimas;
- rezultato gavimas;
- rezultato patikrinimas.

Vartotojo sąsajai testuoti užrašomos *SPARQL* užklauso, testuojami vartotojo sąsajos elementai:

1. Užklausa išrenkanti iš ontologijos visas klases:

PREFIX daina:<http://example.org/dainaatlikejas#>

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

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

PREFIX owl:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>

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

SELECT *

WHERE {?klases rdf:type owl:Class .}

Laukiamas rezultatas:

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklausų sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija: Dainos ir atlikėjai

Rasti: Asmuo, kuris(-io) :
Asmuo
Daina
Kalba
Prid. Įrašų Studija
Šalis
Žanras

Pašalinti papildomas

SPARQL

Klausti

19 pav. Visų klasių atrinkimas

2. Užklausa išrenkanti iš ontologijos visas pasirinktos klasės objektines ir duomenų savybės:

```
PREFIX daina:<http://example.org/dainaatlikejas#>
PREFIX rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd:<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX owl:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

SELECT ?X
WHERE {
  {?X rdf:type owl:ObjectProperty .
  ?X rdfs:domain daina:Asmuo .} UNION
  {?X rdf:type owl:DatatypeProperty .
  ?X rdfs:domain daina:Asmuo .}}
```

Laukiamas rezultatas:

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklausų sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija: Dainos ir atlikėjai

Rasti: Asmuo, kuris(-io) :

Pridėti papildomą Pašalinti pa

SPARQL užklausa:

Klausti

20 pav. Visų objektų savybių atrinkimas

3. Užklausa išrenkanti iš ontologijos visas pasirinktos klasės objektinės savybės reikšmes ir objektinės savybės srities klases:

```
PREFIX daina:<http://example.org/dainaatlikejas#>
PREFIX rdfs:<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd:<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX owl:<http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
SELECT ?Y
WHERE {
  {?X1 daina:atlieka?Y .
  ?X1 rdf:type daina:Asmuo .} UNION
  {daina:atlieka rdfs:range ?Y.}}
```

Laukiamas rezultatas:

Nuo dalykinės srities nepriklausomas SPARQL užklausų sudarymas

IFM-0/4 grupės magistrantė Giedrė Kriščiūnė
2012 metai, Kaunas

Naudojama ontologija: Dainos ir atlikėjai

Rasti: Asmuo, kuris(-io) atlieka

Pridėti papildomą Pašalinti papildomas

SPARQL užklausa:

Klausti

21 pav. Visų duomenų savybių atrinkimas

5.3. Testavimo rezultatai

Atliktas kelių užklausų testavimas parodė, kad sistema veikia pagal aprašytą scenarijų - atvaizduoja ir grąžina tinkamas reikšmes.

5.4. Realizacijos etapo rezultatai

Realizacijos etape aprašyti vartotojo sąsajos modelis ir *SPARQL* užklausų algoritmas, kurie naudojami *SPARQL* užklausų transformavimo procese, bei parengtos kontrolinės užduotys.

6. NUO DALYKINĖS SRITIES NEPRIKLAUSOMO SPARQL UŽKLAUSŲ SUDARYMO SISTEMOS EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Šiame skyriuje siekiama išanalizuoti sukurtą sistemą atliekant eksperimentinį tyrimą. Tyrimo metu bus bandom užklausų logika – jų sudėtingumas bei galimos kombinacijos.

6.1. Eksperimento planas

Šiame skyriuje pateikiamas eksperimento planas, kuris pavaizduotas 17 lentelėje.

Lentelė 17 Eksperimento planas

Bandomas dalykas	Bandymo pavyzdys
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė ir jos savybė	Lentelė 18 Pirmas bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė ir jos ryšys	Lentelė 19 Antras bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos savybė ir savybės reikšmė	Lentelė 20 Trečias bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos ryšys ir ryšio reikšmė	Lentelė 21 Ketvirtas bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos ryšys ir ryšio srities klasė	Lentelė 22 Penktas bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos ryšys, ryšio srities klasė ir jos ryšys	Lentelė 23 Šeštas bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos ryšys, ryšio srities klasė, jos ryšys ir to ryšio reikšmė	Lentelė 24 Septintas bandymas
Išrinkti rezultatus, kai pasirinkta klasė, jos ryšys, ryšio srities klasė, jos savybė ir tos savybės reikšmė	Lentelė 25 Aštuntas bandymas

Lentelė 18 Pirmas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (vardas)				
RNLK užklausa	Naudojama ontologija: Asmenys ir straipsniai Rasti: Asmuo , kuris(-io) vardas : <input type="button" value="Pridėti papildomą"/> <input type="button" value="Pašalinti papildomas"/>				
SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT DISTINCT ?X WHERE { ?X asm:vardas ?BKS . ?X rdf:type asm:Asmuo . }</pre>				
Rezultatas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rezultatai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldona_Aldonaite</td> </tr> <tr> <td>Jonas_Jonaitis</td> </tr> <tr> <td>Petras_Petraitis</td> </tr> </tbody> </table>	Rezultatai	Aldona_Aldonaite	Jonas_Jonaitis	Petras_Petraitis
Rezultatai					
Aldona_Aldonaite					
Jonas_Jonaitis					
Petras_Petraitis					
Teisingas?	Teisingas				

Lentelė 19 Antras bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė)
RNLK užklausa	Naudojama ontologija: Asmenys ir straipsniai Rasti: Asmuo , kuris(-io) parašė : <input type="button" value="Pridėti papildomą"/> <input type="button" value="Pašalinti papildomas"/>
SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT DISTINCT ?X WHERE { ?X asm:parašė ?BKS . ?X rdf:type asm:Asmuo . }</pre>

Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">Rezultatai</p> <p style="margin: 0;">Jonas_Jonaitis</p> <p style="margin: 0;">Petras_Petraitis</p> </div>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 20 Trečias bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (vardas) (,Jonukas‘)
RNLK užklausa	<p>Naudojama ontologija: Asmenys ir straipsniai</p> <p>Rasti: Asmuo , kuris(-io) vardas : Jonukas</p> <p>Pridėti papildomą Pašalinti papildomas</p>
SPARQL užklausa	<p>SPARQL užklausa:</p> <pre>SELECT DISTINCT ?X WHERE { {?X rdf:type asm:Asmuo .} {?X asm:vardas 'Jonukas'^^xsd:string .} UNION {?X asm:vardas 'Jonukas'^^xsd:double .} UNION {?X asm:vardas 'Jonukas'^^xsd:integer .} UNION {?X asm:vardas 'Jonukas'^^xsd:date .}}</pre>
Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">Rezultatai</p> <p style="margin: 0;">Jonas_Jonaitis</p> </div>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 21 Ketvirtas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė) (Antroji_knyga)
RNLK užklausa	<p>Naudojama ontologija: Asmenys ir straipsniai</p> <p>Rasti: Asmuo , kuris(-io) parašė : Antroji_knyga</p> <p>Pridėti papildomą Pašalinti papildomas</p>

SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT ?Asmuo WHERE { ?Asmuo asm:parašė asm:Antroji_knyga . ?Asmuo rdf:type asm:Asmuo . }</pre>
Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Rezultatai</div> <div style="text-align: center;">Jonas_Jonaitis</div> </div>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 22 Penktas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė) (Knyga)
RNLK užklausa	Naudojama ontologija: <input type="text" value="Asmenys ir straipsniai"/> Rasti: <input type="text" value="Asmuo"/> , kuris(-io) <input type="text" value="parašė"/> : <input type="text" value="Knyga"/> , kuris(-io) <input type="text" value="-----"/> : <input type="text" value="-----"/> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Pridėti papildomą"/> <input type="button" value="Pašalinti papildomas"/> </div>
SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT DISTINCT ?Asmuo WHERE { ?Asmuo asm:parašė ?Knyga . ?Asmuo rdf:type asm:Asmuo . ?Knyga rdf:type asm:Knyga . }</pre>
Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">Rezultatai</div> <div style="text-align: center;">Jonas_Jonaitis</div> </div>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 23 Šeštas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė) (Knyga), kuris(-io) (nupirkta)
------------------	--

RNLK užklausa	Naudojama ontologija: <input type="text" value="Asmenys ir straipsniai"/> Rasti: <input type="text" value="Asmuo"/> , kuris(-io) <input type="text" value="parašė"/> : <input type="text" value="Knyga"/> , kuris(-io) <input type="text" value="nupirkta"/> : <input type="text" value="-----"/> <input type="button" value="Pridėti papildomą"/> <input type="button" value="Pašalinti papildomas"/>
SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT DISTINCT ?X WHERE { {?X asm:parašė ?Y . ?X rdf:type asm:Asmuo . ?Y rdf:type asm:Knyga . ?Y asm:nupirkta ?Z. }}</pre>
Rezultatas	<input type="button" value="Rezultatai"/> <input type="text" value="Jonas_Jonaitis"/>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 24 Septintas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė) (Knyga), kuris(-io) (nupirkta) (Aldona_Aldonaite)
RNLK užklausa	Naudojama ontologija: <input type="text" value="Asmenys ir straipsniai"/> Rasti: <input type="text" value="Asmuo"/> , kuris(-io) <input type="text" value="parašė"/> : <input type="text" value="Knyga"/> , kuris(-io) <input type="text" value="nupirkta"/> : <input type="text" value="Aldona_Aldonaite"/> <input type="button" value="Pridėti papildomą"/> <input type="button" value="Pašalinti papildomas"/>
SPARQL užklausa	SPARQL užklausa: <pre>SELECT DISTINCT ?X1 WHERE { {?X1 asm:parašė ?X2 . ?X1 rdf:type asm:Asmuo . ?X2 rdf:type asm:Knyga . ?X2 asm:nupirkta asm:Aldona_Aldonaite .}}</pre>

Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">Rezultatai</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;">Jonas_Jonaitis</div> </div>
Teisingas?	Teisingas

Lentelė 25 Aštuntas bandymas

Klausimas	Rasti (Asmuo), kuris(-io) (parašė) (Knyga), kuris(-io) (pavadinimas) (Pirmoji_knyga)
RNLK užklausa	<p>Naudojama ontologija: Asmenys ir straipsniai</p> <p>Rasti: Asmuo, kuris(-io) parašė : Knyga , kuris(-io) pavadinimas : Pirmoji_knyga</p> <p>Pridėti papildomą Pašalinti papildomas</p>
SPARQL užklausa	<p>SPARQL užklausa:</p> <pre>SELECT DISTINCT ?X1 WHERE { {?X1 :parašė ?X2 . ?X1 rdf:type :Asmuo . ?X2 rdf:type :Knyga .} {?X2 :pavadinimas 'Pirmoji knyga'^^xsd:integer .} UNION {?X2 :pavadinimas 'Pirmoji knyga'^^xsd:double .} UNION {?X2 :pavadinimas 'Pirmoji knyga'^^xsd:string .} UNION {?X2 :pavadinimas 'Pirmoji knyga'^^xsd:date .} }</pre>
Rezultatas	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">Rezultatai</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;">Jonas_Jonaitis</div> </div>
Teisingas?	Teisingas

6.2. Eksperimento rezultatai

Atliktas eksperimentas įrodė, kad sistema veikia pagal surašytas sudarymo taisykles. Tačiau sistemoje nenaudojami jungtukai IR, ARBA ir neiginiai, kurie klausimų formavimo galimybes praplėstų.

7. IŠVADOS

1. Atlikta esamų sprendimų analizė parodė, kad sprendimų, kurie leistų formuoti užklausą natūralia lietuvių kalba, nėra. Daroma prielaida, kad sprendimo nebuvimą sąlygoja lietuvių kalbos gramatikos taisyklių tikrinimo uždavinio sudėtingumas. Todėl nutarta pasiūlyti sprendimą, kuris leis formuoti užklausą ribota natūralia lietuvių kalba ir transformuos ją į *SPARQL* užklausų kalbą, nenagrinėjant lietuvių kalbos žodžių kaitymo. RNLK užklausos formavimo formai parinkta struktūra, kuri leis išvengti dviprasmiškų ir netikslių klausimų, t.y. klausti nebus galima bet ko.

2. Nagrinėta literatūros šaltinių ontologijos kalbų analizė parodė, kad tikslinga naudoti *OWL* ir *SPARQL* kalbas. *OWL* ontologijų aprašymo kalba pakankamai išvystyta, leidžianti detaliai aprašyti ontologiją, jos apribojimus, klasifikuoti informacijos resursus. *SPARQL* kalba galima užrašyti tiek paprastas užklausas, tiek sudėtingesnes, naudojančias agreguotus šablonų rinkinius ir papildomus ribojimus.

3. Išanalizavus ontologijos kūrimo įrankius, nustatyta, kad tinkamiausias yra *TopBraid Composer Free Edition* įrankis, kuris patogus, suprantamas, turi papildomų funkcionalumų ontologijoms kurti ir modifikuoti.

4. Ontologijų saugyklų analizė parodė, kad tinkamiausias įrankis yra Jena karkasas. Šis karkasas lengvai suderinamas su *Joseki* serveriu, kadangi jame yra integruotos *Jena* klasės ir metodai, kurios naudojamos saugoti įvestus užklausos parametrus, formuoti dinamines užklausas, generuoti užklausas, siųsti užklausas į *Joseki* serverį ir apdoroti gautus atsakymus.

5. Atlikta esamų sprendimų palyginimo lentelė, parodė, kad kuriant vartotojo sąsają svarbu atsižvelgti, kad ji būtų patogi, suprantama, o konstruojant užklausą gebėtų pateikti nedviprasmiškus, tikslius žodžius.

6. Atliktas eksperimentas parodė, kad vartotojui sukurtas įrankis padeda sudaryti natūralios lietuvių kalbos užklausas. Eksperimentinė RNLK užklausų sudarymo ir transformavimo į *SPARQL* užklausas sistema, realizuota taikant *Java*, *SPARQL*, *OWL*, *TopBraid* ir *Tomcat server* technologijas. Išbandymas su asmenų ir jų straipsnių bei dainų ir jų atlikėjų ontologijomis parodė, kad sistema leidžia formuoti RNLK užklausas vartotojo sąsają, gražina tikslius užklausų rezultatus ir gali veikti su įvairiomis ontologijomis.

8. LITERATŪRA

[1] What is Web 3.0? [žiūrēta 2010-12-05] Prieiga per internetą: <http://www.abztshakya.com/project/>

[2] RDF tutorial [žiūrēta 2010-12-10] Prieiga per internetą: <http://www.w3schools.com/rdf/default.asp>

[3] SPARQL [žiūrēta 2010-12-10] Prieiga per internetą: <http://en.wikipedia.org/wiki/SPARQL>

[4] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 1993, Vol. 5, No. 2, pp. 199–220.

[5] Kaufmann, E., Bernstein, A. How Useful are Natural Language Interfaces to the Semantic Web for Casual End-users? Proceedings of the 6th International Semantic Web Conference (ISWC 2007), Busan, Korea, 2007, 281-294.

[6] Yebol [žiūrēta 2010-12-09] Prieiga per internetą: <http://www.yebol.com>

[7] RDF query language SPARQL [žiūrēta 2010-12-10] Prieiga per internetą: <http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/rdf-query-language-sparql.html>

[8] Kaufmann, E., Bernstein, A., Zumstein, R. Querix: A Natural Language Interface to Query Ontologies Based on Clarification Dialogs. Proceedings of the 5th International Semantic Web Conference (ISWC 2006), Athens, GA, 2006, 980-981.

[9] Bernstein, A., Kaufmann, E., Kaiser, C., Kiefer, C. Ginseng. A Guided Input Natural Language Search Engine for Querying Ontologies, 2006 Jena User Conference, Bristol, UK, May 2006.

[10] TopBraid Application Development Quickstart Guide [žiūrēta 2011-01-25] Prieiga per internetą: <http://www.topquadrant.com/docs/tbc/AppDevQuickstart-Guide.pdf>

[11] Protege [žiūrēta 2011-01-25] Prieiga per internetą: <http://protege.stanford.edu/>

[12] Ontology Tools survey [žiūrēta 2011-01-25] Prieiga per internetą: <http://www.google.lt/url?sa=t&source=web&cd=7&ved=0CFEQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww-scf.usc.edu%2F~csci586%2Fprojects%2Fontology-survey.ppt&rct=j&q=ontology%20survey&ei=IRtCTYiwFIfCswbh27G9Dg&usg=AFQjCNF xGP8zllQFhVNhz7poB-zOch5syw&cad=rja>

[13] Jena [žiūrēta 2011-01-25] Prieiga per internetą: <http://jena.sourceforge.net/>

[14] Pellet [žiūrēta 2011-01-25] Prieiga per internetą: <http://clarkparsia.com/pellet/icv/>

[15] Virtuoso [žiūrėta 2011-01-25] Prieiga per internetą:
<http://virtuoso.openlinksw.com/>

[16] Kaljurand, K. Attempto Controlled English as a Semantic Web Language. PhD thesis, Faculty of Mathematics and Computer Science, University of Tartu, 2007

[17] Kaufmann, E., Bernstein, A., Zumstein, R. Querix: A Natural Language Interface to Query Ontologies Based on Clarification Dialogs. Proceedings of the 5th International Semantic Web Conference (ISWC 2006), Athens, GA, 2006, 980-981.

[18] Bernstein, A., Kaufmann, E., Kaiser, C., Kiefer, C. Ginseng. A Guided Input Natural Language Search Engine for Querying Ontologies, 2006 Jena User Conference, Bristol, UK, May 2006.

[19] KIM platform [žiūrėta 2012-02-01] Prieiga per internetą:
<http://www.ontotext.com/kim>

[20] OWL Web Ontology Language Overview [žiūrėta 2012-01-01] Prieiga per internetą: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

[21] Pranckevičius T., Kas bendro tarp verslo inovacijų ir semantinių technologijų? [žiūrėta 2012-04-01] Prieiga per internetą: <http://www.zef.lt/zef/?id=41&nid=417>

9. PRIEDAI

Priede pateikiami sudarytų ontologijų *OWL* failai.

1 priedas. Dainų ir jų atlikėjų ontologija

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://example.org/dainaatlikejas#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://example.org/dainaatlikejas">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <owl:Class rdf:ID="Žanras">
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Daina"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Kalba"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith>
      <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing">
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
          </rdf:Description>
        </owl:disjointWith>
      </owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:ID="Asmuo"/>
    </owl:disjointWith>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Žanras</rdfs:label>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Asmuo">
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
      <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
      <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Asmuo</rdfs:label>
```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Įrašų_Studija">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:ID="Šalis"/>
  </owl:disjointWith>
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Kalba"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Įrašų studija</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <owl:disjointWith>
      <owl:Class rdf:about="#Daina"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Žanras"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Asmuo"/>
  </owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Daina">
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Daina</rdfs:label>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Asmuo"/>
  </owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Šalis">
  <owl:disjointWith>
    <owl:Class rdf:about="#Kalba"/>
  </owl:disjointWith>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Šalis</rdfs:label>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Žanras"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Asmuo"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Daina"/>
  </owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Kūrinys">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Daina"/>

```

```

    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#Kalba">
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Kalba</rdfs:label>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Asmuo"/>
  </owl:Class>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="turi_kalba">
    <rdfs:subPropertyOf>
      <owl:ReflexiveProperty
rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty">
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#SymmetricProperty"/>
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
            </owl:ReflexiveProperty>
          </rdfs:subPropertyOf>
          <rdfs:domain rdf:resource="#Šalis"/>
          <rdfs:range rdf:resource="#Kalba"/>
          <owl:inverseOf>
            <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="yra_pagrindinė_kalba_šalyje">
              <rdfs:domain rdf:resource="#Kalba"/>
              <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
                <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
                  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
                    <rdfs:range rdf:resource="#Šalis"/>
                    <owl:inverseOf rdf:resource="#turi_kalba"/>
                    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
                      </owl:AsymmetricProperty>
                    </owl:inverseOf>
                    </owl:ObjectProperty>
                    <owl:ObjectProperty rdf:ID="įrašyta_studijoje">
                      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>

```



```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:TransitiveProperty rdf:ID="įrašė_daina"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="turi_melodijos_autorių">
    <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:TransitiveProperty rdf:ID="sukurė_melodija"/>
    </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="atlieka">
    <rdfs:range rdf:resource="#Kūrinys"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="atlikta"/>
    </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="įrašyta_daina">
    <owl:inverseOf>
        <owl:TransitiveProperty rdf:ID="yra_išleista_kalba"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Kalba"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
    </owl:ObjectProperty>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="turi_daina">
    <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Šalis"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <owl:inverseOf>
    <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="sukurta_šalyje">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#turi_daina"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Šalis"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    </owl:AsymmetricProperty>
    </owl:inverseOf>
    </owl:ObjectProperty>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="yra_šalyje">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Šalis"/>
    <owl:inverseOf>
    <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="turi_studija">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Šalis"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#yra_šalyje"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    </owl:AsymmetricProperty>

```

```

    </owl:inverseOf>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#atlikta">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Kūrinys"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
      <owl:inverseOf rdf:resource="#atlieka"/>
    </owl:ObjectProperty>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="yra_gimęs_šalyje">
      <rdfs:range rdf:resource="#Šalis"/>
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
          <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
            <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
            <owl:inverseOf>
              <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="yra_gimtinė">
                <rdfs:domain rdf:resource="#Šalis"/>
                <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
                  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
                    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
                      <owl:inverseOf rdf:resource="#yra_gimęs_šalyje"/>
                    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
                      </owl:AsymmetricProperty>
                    </owl:inverseOf>
                    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
                      </owl:ObjectProperty>
                      <owl:DatatypeProperty rdf:ID="Pavardė">
                        <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>

```

```

    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Vardas">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Išleidimo_metai">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Reitingas">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="Nuoroda">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:TransitiveProperty rdf:about="#įrašė_daina">
    <owl:inverseOf rdf:resource="#įrašyta_studijoje"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:TransitiveProperty>
<owl:TransitiveProperty rdf:ID="yra_žanras">
    <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:IrreflexiveProperty rdf:ID="turi_žanra">
            <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
            <owl:inverseOf rdf:resource="#yra_žanras"/>
            <rdfs:range rdf:resource="#Žanras"/>
            <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
            </owl:IrreflexiveProperty>
            </owl:inverseOf>
            <rdfs:domain rdf:resource="#Žanras"/>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
            </owl:TransitiveProperty>
            <owl:TransitiveProperty rdf:about="#sukurė_melodija">
                <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
                <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
                <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
                <owl:inverseOf rdf:resource="#turi_melodijos_autorių"/>
                <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>

```

```

</owl:TransitiveProperty>
<owl:TransitiveProperty rdf:about="#yra_išleista_kalba">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Kalba"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#įrašyta_daina"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AsymmetricProperty"/>
</owl:TransitiveProperty>
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="Gimimo_diena">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/>
</owl:FunctionalProperty>
<owl:NamedIndividual rdf:ID="Shepherd_Brook">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
</owl:NamedIndividual>
<owl:Thing rdf:ID="Metalas">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
</owl:Thing>
<owl:Thing rdf:ID="Doug_Quaid">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
</owl:Thing>
<owl:Thing rdf:ID="Elizabeth_Darko">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
</owl:Thing>
<owl:Thing rdf:ID="Turkish">
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
</owl:Thing>
<owl:Thing rdf:ID="Franky_Four_Fingers">

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Inara_Serra">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Vilos_Coochagen">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Sokiu_muzika">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Elektroninė">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Bullet_Tooth_Tony">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Mickey_ONeil">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Kaylee_Frye">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <Šalis rdf:ID="Vokietija">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </Šalis>
  <owl:Thing rdf:ID="Hoban_Wash_Washburne">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Gimtadienis">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>

```

```

    <owl:Thing rdf:ID="Kuato">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Lori">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Izzi_Creo">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:NamedIndividual rdf:ID="Dr._Simon_Tam">
      <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    </owl:NamedIndividual>
    <owl:Thing rdf:ID="John_Oldman">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Tyler_Durden">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:NamedIndividual rdf:ID="Frank">
      <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    </owl:NamedIndividual>
    <owl:Thing rdf:ID="Tom_Creo">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Donie_Darko">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Captain_Malcolm_Reynolds">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Hip_hopas">
      <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    </owl:Thing>
    <owl:Thing rdf:ID="Žanras">
      <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>

```



```

</owl:Thing>
<Šalis rdf:ID="Rusija">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </Šalis>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Sunkusis_metalas">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Robert_Bob_Paulson">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Jayne_Cobb">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <Šalis rdf:ID="Brazilija">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </Šalis>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Poprokas">
    <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Gargamel">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Dan">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="River_Tam">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Marla_Singer">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Zoe_Washburne">

```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:Thing rdf:ID="Melina">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Patrick_Winslow">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Eddie_Darko">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="The_Narrator">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Samantha_Darko">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Dr._Will_Gruber">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Rose_Darko">
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:NamedIndividual rdf:ID="Harry">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <owl:Thing rdf:ID="Lietuva">
    <turi_daina>
      <Daina rdf:ID="Saulės_miestas">
        <turi_žanrą>
          <owl:NamedIndividual rdf:ID="Popsas">
            <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
          <yra_žanras>
            <Daina rdf:ID="Trys_milijonai">
              <Reitingas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double"
              >9.5</Reitingas>

```

```

        <Išleidimo_metai
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
        >2004</Išleidimo_metai>
        <turi_žodžių_autorių>
            <Asmuo rdf:ID="Marijonas_Mikutavičius">
                <atlieka rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
                <Vardas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Marijonas</Vardas>
                <atlieka rdf:resource="#Trys_milijonai"/>
                <sukurė_žodžius rdf:resource="#Trys_milijonai"/>
                <Pavardė
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Mikutavičius</Pavardė>
                <yra_gimęs_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/>
            </Asmuo>
        </turi_žodžių_autorių>
        <sukurta_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/>
        <turi_žanrą rdf:resource="#Popsas"/>
        <turi_žanrą>
            <owl:Thing rdf:ID="Ritmenbliuzas">
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
                <yra_žanras>
                    <Daina rdf:ID="Birthday">
                        <Išleidimo_metai
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">2000</Išleidimo_met
                        ai>
                    <turi_žanrą rdf:resource="#Ritmenbliuzas"/>
                    <Reitingas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">7.9</Reitingas>
                    <yra_išleista_kalba><owl:Thing rdf:ID="Anglų_kalba">
                    <įrašyta_daina><Daina rdf:ID="An_american_in_Paris">
                    <Nuoroda
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
                    http://www.youtube.com/watch?v=BUfI6v6SwL4</Nuoroda>
                    <turi_žanrą><owl:Thing rdf:ID="Klasika">
                    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
                    <yra_žanras rdf:resource="#An_american_in_Paris"/><rdf:type
                    rdf:resource="#Žanras"/></owl:Thing>
                </turi_žanrą><sukurta_šalyje>

```

```

<Šalis rdf:ID="Jungtinės_valstijos"> <turi_studija> <Įrašų_Studija
rdf:ID="Muzikos_fabrikas"><įrašė_dainą rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
<įrašė_dainą><Daina rdf:ID="Baltoji_varnelė">
<įrašyta_studijoje rdf:resource="#Muzikos_fabrikas"/><atlikta>
<Asmuo rdf:ID="Andrius_Mamontovas"><Vardas rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"> Andrius</Vardas>
<atlieka><Daina rdf:ID="Paskutinis_traukinys">
<turi_žodžių_autorių rdf:resource="#Andrius_Mamontovas"/>
<sukurta_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/><turi_žanrą> <owl:Thing
rdf:ID="Rokas"><rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
<yra_žanras rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/>
<yra_žanras rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/>
<yra_žanras rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
<rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
</owl:Thing></turi_žanrą><Išleidimo_metai rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">2011</Išleidimo_metai>
<Nuoroda rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>http://www.music.lt/lt/daina/Paskutinis-traukinys/8189/</Nuoroda>
<atlikta rdf:resource="#Andrius_Mamontovas"/><Reitingas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">9.2</Reitingas>
<įrašyta_studijoje rdf:resource="#Muzikos_fabrikas"/>
<yra_išleista_kalba>
<owl:NamedIndividual rdf:ID="Lietuvių_kalba"><įrašyta_daina
rdf:resource="#Trys_milijonai"/><rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
<įrašyta_daina rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/>
<yra_pagrindinė_kalba_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/>
<įrašyta_daina rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
<įrašyta_daina rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/>
<rdf:type rdf:resource="#Kalba"/></owl:NamedIndividual>
</yra_išleista_kalba><turi_melodijos_autorių
rdf:resource="#Andrius_Mamontovas"/>
</Daina></atlieka><atlieka rdf:resource="#Saulės_miestas"/><sukurė_žodžius
rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/><atlieka
rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/>
<sukurė_melodiją rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/>
<Pavardė rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Mamontovas</Pavardė>
<yra_gimęs_šalyje>
<owl:NamedIndividual rdf:ID="Didžioji_Britanija">
<yra_gimtinė>

```

```

<Asmuo rdf:ID="Džordana_Butkutė">
<Vardas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Džordana</Vardas><Pavardė
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Butkutė</Pavardė>
<atlieka rdf:resource="#Birthday"/><yra_gimęs_šalyje
rdf:resource="#Didžioji_Britanija"/></Asmuo></yra_gimtinė>
<rdf:type rdf:resource="#Šalis"/><turi_dainą rdf:resource="#Birthday"/>
<yra_gimtinė rdf:resource="#Andrius_Mamontovas"/><rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
</owl:NamedIndividual></yra_gimęs_šalyje></Asmuo></atlikta>
<turi_žanrą rdf:resource="#Rokas"/><yra_išleista_kalba
rdf:resource="#Lietuvių_kalba"/><turi_melodijos_autorių>
<Asmuo rdf:ID="Sigitas_Geda"><sukurė_melodija
rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/><sukurė_žodžius
rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/><Pavardė rdf:datatype=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Geda</Pavardė><Vardas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Sigitas</Vardas><yra_gimęs_šalyje rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/>
</Asmuo></turi_melodijos_autorių>
<turi_žodžių_autorių rdf:resource="#Sigitas_Geda"/>
<Reitingas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">
9.2</Reitingas><sukurta_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/>
<Išleidimo_metai rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
>1995</Išleidimo_metai></Daina></įrašė_dainą><įrašė_dainą
rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/>
<yra_šalyje rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/>
</Įrašų_Studija></turi_studija>
<turi_dainą rdf:resource="#An_american_in_Paris"/><turi_studija>
<owl:NamedIndividual rdf:ID="Roof_sound">
<įrašė_dainą rdf:resource="#An_american_in_Paris"/>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
<yra_šalyje rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/>
<rdf:type rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
</owl:NamedIndividual></turi_studija><turi_studija><Įrašų_Studija
rdf:ID="Studio_7"><įrašė_dainą rdf:resource="#Trys_milijonai"/>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
<yra_šalyje rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/><rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
</Įrašų_Studija></turi_studija><turi_studija><Įrašų_Studija
rdf:ID="Muzikinė_partija"><įrašė_dainą rdf:resource="#Birthday"/>
<yra_šalyje rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/></Įrašų_Studija>
</turi_studija><yra_gimtinė><Asmuo rdf:ID="Džordžas_Geršvinas"><atlieka>

```

```

<Kūrinys rdf:ID="Bethoveno_simfonija"><atlikta
rdf:resource="#Džordžas_Geršvinas"/></Kūrinys></atlieka>
<Vardas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Džordžas</Vardas><Pavardė
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Geršvinas</Pavardė>
<sukurė_melodija rdf:resource="#An_american_in_Paris"/><yra_gimęs_šalyje
rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/>
        </Asmuo>
        </yra_gimtinė>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
        <yra_gimtinė
rdf:resource="#Sigitas_Geda"/>
        </Šalis>
        </sukurta_šalyje>
        <turi_melodijos_autorių
rdf:resource="#Džordžas_Geršvinas"/>
        <įrašyta_studijoje>
        <owl:NamedIndividual
rdf:ID="Zuzi_leidyba">
        <įrašė_dainą
rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
        <rdf:type
rdf:resource="#Įrašų_Studija"/>
        <įrašė_dainą
rdf:resource="#An_american_in_Paris"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
        </owl:NamedIndividual>
        </įrašyta_studijoje>
        <Reitingas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double"
        >7.4</Reitingas>
        <Išleidimo_metai rdf:datatype=
        "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
        >2006</Išleidimo_metai>
        <yra_išleista_kalba
rdf:resource="#Anglų_kalba"/>
        <įrašyta_studijoje
rdf:resource="#Roof_sound"/>

```

```

        </Daina>
    </įrašyta_daina>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
        <yra_pagrindinė_kalba_šalyje>
            <Šalis rdf:ID="Australija">
                <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
                    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                        </Šalis>
                    </yra_pagrindinė_kalba_šalyje>
                <yra_pagrindinė_kalba_šalyje>
                    <Šalis rdf:ID="Airija">
                        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
                            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                                </Šalis>
                            </yra_pagrindinė_kalba_šalyje>
                        <yra_pagrindinė_kalba_šalyje
rdf:resource="#Jungtinės_valstijos"/>
                            <įrašyta_daina rdf:resource="#Birthday"/>
                        <yra_pagrindinė_kalba_šalyje
rdf:resource="#Didžioji_Britanija"/>
                            <rdf:type rdf:resource="#Kalba"/>
                        </owl:Thing>
                            </yra_išleista_kalba>
                        <atlikta rdf:resource="#Džordana_Butkutė"/>
                            <įrašyta_studijoje
rdf:resource="#Muzikinė_partija"/>
                                <turi_žanrą>
                                    <owl:NamedIndividual rdf:ID="Kitas">
                                        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                                            <yra_žanras rdf:resource="#Birthday"/>
                                        <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
                                            </owl:NamedIndividual>
                                        </turi_žanrą>
                                    <Nuoroda
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```

        >http://www.music.lt/lt/daina/Gimimo-
diena/48679/</Nuoroda>
        <sukurta_šalyje
rdf:resource="#Didžioji_Britanija"/>
        </Daina>
        </yra_žanras>
        <yra_žanras rdf:resource="#Trys_milijonai"/>
        <yra_žanras rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
        <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
        </owl:Thing>
        </turi_žanrą>
        <įrašyta_studijoje rdf:resource="#Studio_7"/>
        <yra_išleista_kalba rdf:resource="#Lietuvių_kalba"/>
        <Nuoroda
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >http://www.music.lt/lt/daina/Trys-
Milijonai/13611/</Nuoroda>
        <atlikta rdf:resource="#Marijonas_Mikutavičius"/>
        </Daina>
        </yra_žanras>
        <yra_žanras rdf:resource="#Saulės_miestas"/>
        <rdf:type rdf:resource="#Žanras"/>
        </owl:NamedIndividual>
        </turi_žanrą>
        <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Saulės_miestas</rdfs:label>
        <įrašyta_studijoje rdf:resource="#Zuzi_leidyba"/>
        <turi_žanrą rdf:resource="#Ritmenbliuzas"/>
        <atlikta rdf:resource="#Andrius_Mamontovas"/>
        <atlikta rdf:resource="#Marijonas_Mikutavičius"/>
        <įrašyta_studijoje rdf:resource="#Muzikos_fabrikas"/>
        <sukurta_šalyje rdf:resource="#Lietuva"/>
        <turi_žanrą rdf:resource="#Rokas"/>
        <yra_išleista_kalba rdf:resource="#Lietuvių_kalba"/>
        <Išleidimo_metai
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
        >2012</Išleidimo_metai>
        </Daina>
        </turi_dainą>
        <yra_gimtinė rdf:resource="#Marijonas_Mikutavičius"/>
        <rdf:type rdf:resource="#Šalis"/>
        <turi_dainą rdf:resource="#Paskutinis_traukinys"/>

```



```

    <turi_daina rdf:resource="#Baltoji_varnelė"/>
    <turi_daina rdf:resource="#Trys_milijonai"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual"/>
  </owl:Thing>
  <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="turi_žodžių_autorių">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Daina"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:AsymmetricProperty rdf:ID="sukurė_žodžius">
        <rdfs:range rdf:resource="#Daina"/>
        <owl:inverseOf rdf:resource="#turi_žodžių_autorių"/>
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#IrreflexiveProperty"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
        <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
        </owl:AsymmetricProperty>
      </owl:inverseOf>
    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
    </owl:AsymmetricProperty>
  </rdf:RDF>
<!-- Created with TopBraid -->

```

2 priedas. Asmenų ir jų straipsnių ontologija

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:spin="http://spinrdf.org/spin#"
  xmlns:sp="http://spinrdf.org/sp#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns="http://example.org/asmuostraipsnis#"
  xml:base="http://example.org/asmuostraipsnis">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://spinrdf.org/spin"/>
    <owl:versionInfo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Created with TopBraid Composer</owl:versionInfo>
  </owl:Ontology>
  <owl:Class rdf:ID="Profesorius">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Asmuo"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:ID="Straipsnis"/>
      </owl:disjointWith>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:ID="Knyga"/>
      </owl:disjointWith>
      <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >profesorius</rdfs:label>
      <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:ID="Pranešimas"/>
      </owl:disjointWith>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:about="#Straipsnis">
      <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
        <owl:hasKey rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#nil"/>
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
```

```

    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >straipsnis</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Knyga">
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Straipsnis"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Knyga</rdfs:label>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:about="#Pranešimas"/>
    </owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Asmuo">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >asmuo</rdfs:label>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Knyga"/>
    <owl:disjointWith>
        <owl:Class rdf:about="#Pranešimas"/>
    </owl:disjointWith>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Straipsnis"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
    <spin:query>
        <sp:Select>
            <sp:where rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description>
                    <sp:subject>
                        <rdf:Description rdf:nodeID="A0">
                            <sp:varName
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                            >asmuo</sp:varName>
                        </rdf:Description>
                    </sp:subject>
                    <sp:predicate>
                        <owl:DatatypeProperty rdf:ID="vardas"/>
                    </sp:predicate>
                    <sp:object>
                        <rdf:Description rdf:nodeID="A1">

```

```

        <sp:varName
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >asmens_vardas</sp:varName>
    </rdf:Description>
</sp:object>
</rdf:Description>
<rdf:Description>
    <sp:subject rdf:nodeID="A0"/>
    <sp:predicate rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#type"/>
    <sp:object rdf:resource="#Asmuo"/>
</rdf:Description>
</sp:where>
<sp:resultVariables rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:nodeID="A1"/>
</sp:resultVariables>
</sp>Select>
</spin:query>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Pranešimas">
    <vieta rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Kaunas</vieta>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="#Straipsnis"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Nothing"/>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="perskaitytas">
    <rdfs:range rdf:resource="#Profesorius"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Pranešimas"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Knyga"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="perskaitė"/>
    </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#perskaitė">
    <rdfs:range rdf:resource="#Pranešimas"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Profesorius"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#perskaitytas"/>

```

```

    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Knyga"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="nupirko">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Knyga"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="nupirkta"/>
    </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#nupirkta">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Knyga"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#nupirko"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="parašytas">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <owl:inverseOf>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="parašė"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Straipsnis"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Asmuo"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>parašytas</rdfs:label>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Knyga"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#parašė">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Knyga"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Straipsnis"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>parašė</rdfs:label>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#parašytas"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<owl:DatatypeProperty rdf:about="#vardas">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >vardas</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="pavadinimas">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Straipsnis"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >pavadinimas</rdfs:label>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Knyga"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="pavarde">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >pavardė</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Asmuo"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="vieta">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pranešimas"/>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="metai">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Straipsnis"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Knyga"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >metai</rdfs:label>
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"/>
</owl:DatatypeProperty>
<sp:Select rdf:ID="Asmenu_vardus">
  <sp:fromNamed rdf:resource="#vardas"/>

```

```

</sp>Select>
<Profesorius rdf:ID="Vale_Valaite">
  <parašė>
    <Knyga rdf:ID="Trecioji_knyga">
      <metai rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
      >2012</metai>
      <pavadinimas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >Trečioji knyga</pavadinimas>
      <nupirkta>
        <Asmuo rdf:ID="Jonas_Jonaitis">
          <parašė>
            <Straipsnis rdf:ID="Pirmas_straipsnis">
              <parašytas rdf:resource="#Jonas_Jonaitis"/>
              <pavadinimas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
              >1 straipsnis</pavadinimas>
              <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
              >1 straipsnis</rdfs:label>
              <parašytas rdf:resource="#Vale_Valaite"/>
            </Straipsnis>
          </parašė>
          <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >Jonas Jonaitis</rdfs:label>
          <pavarde rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >Jonaitukas</pavarde>
          <parašė>
            <Knyga rdf:ID="Antroji_knyga">
              <metai
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
              >2008</metai>
              <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
              >Antroji knyga</rdfs:label>
              <pavadinimas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
              >Antroji knyga</pavadinimas>
              <nupirkta rdf:resource="#Vale_Valaite"/>
            <nupirkta>
              <Asmuo rdf:ID="Aldona_Aldonaite">

```

```

        <vardas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Aldona</vardas>
        <pavarde
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >Aldonaitė</pavarde>
        <nupirko>
            <Knyga rdf:ID="Pirmoji_knyga">
                <parašytas rdf:resource="#Jonas_Jonaitis"/>
                <metai
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
                >2000</metai>
                <nupirkta rdf:resource="#Aldona_Aldonaite"/>
                <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Pirmoji knyga</rdfs:label>
                <pavadinimas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
                >Pirmoji knyga</pavadinimas>
            </Knyga>
        </nupirko>
        <nupirko rdf:resource="#Antroji_knyga"/>
    </Asmuo>
</nupirkta>
    <parašytas rdf:resource="#Jonas_Jonaitis"/>
</Knyga>
</parašė>
<vardas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Jonukas</vardas>
<parašė rdf:resource="#Pirmoji_knyga"/>
<parašė>
    <Straipsnis rdf:ID="Trecias_straipsnis_be_metu">
        <pavadinimas
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >3 straipsnis</pavadinimas>
        <parašytas rdf:resource="#Jonas_Jonaitis"/>
    </Straipsnis>
</parašė>
    <nupirko rdf:resource="#Trecioji_knyga"/>
</Asmuo>
</nupirkta>
<parašytas rdf:resource="#Vale_Valaite"/>

```



```

    </Knyga>
</parašė>
<rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Valė Valaitė</rdfs:label>
<vardas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Valė</vardas>
<pavarde rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>Valaitė</pavarde>
<perskaitė>
  <Pranešimas rdf:ID="Pirmas_pranešimas">
    <metai rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
    >1995</metai>
    <vieta rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Kaunas</vieta>
    <perskaitytas rdf:resource="#Vale_Valaite"/>
  </Pranešimas>
</perskaitė>
<perskaitė>
  <Pranešimas rdf:ID="Antras_pranešimas">
    <metai rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"
    >2011</metai>
    <vieta rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
    >Vilnius</vieta>
    <perskaitytas rdf:resource="#Vale_Valaite"/>
  </Pranešimas>
</perskaitė>
<parašė rdf:resource="#Pirmas_straipsnis"/>
<nupirko rdf:resource="#Antroji_knyga"/>
</Profesorius>
<Asmuo rdf:ID="Petras_Petraitis">
  <parašė>
    <Straipsnis rdf:ID="Antras_straipsnis">
      <parašytas rdf:resource="#Petras_Petraitis"/>
      <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >2 straipsnis</rdfs:label>
      <pavadinimas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      >2 straipsnis</pavadinimas>
    </Straipsnis>
  </parašė>
  <pavarde rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >Jonpetris</pavarde>
  <vardas rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"

```

```
>Petras</vardas>
<rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Petras
Petraitis</rdfs:label>
</Asmuo>
</rdf:RDF>
<!-- Created with TopBraid -->
```