



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS**

Rolandas Eičas

**OWL 2 ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS TAIKYMAS
INFORMACINĖJE SISTEMOJE**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
prof. Lina Nemuraitė

KAUNAS, 2015

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS**

**OWL 2 ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS TAIKYMAS
INFORMACINĖJE SISTEMOJE**

Baigiamasis magistro projektas
Informacinių sistemų inžinerijos studijų programa (kodas 621E15001)

Vadovas

prof. Lina Nemuraitė
2015-05-25

Recenzentas

doc. V. Pilkauskas
2015-05-25

Projektą atliko

Rolandas Eičas
2015-05-25



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS

(Fakultetas)

Rolandas Eičas

(Studento vardas, pavardė)

Informacinių sistemų inžinerijos studijų programa, 621E15001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto
OWL 2 ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS TAIKYMAS INFORMACINĖJE
SISTEMOJE
AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. gegužės 19 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Rolandas Eičas**, baigiamasis projektas tema „OWL 2 ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS TAIKYMAS INFORMACINĖJE SISTEMOJE“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

_____ (vardą ir pavardę įrašyti ranka)

_____ (parašas)

Eičas Rolandas Applying OWL 2 Ontology Based Search in Information System. *Final Degree Project of Master of Information Systems Engineering* / Supervisor Prof. Lina Nemuraitė; Kaunas University of Technology, Faculty of Informatics.

Kaunas, 2015. 51 p.

SUMMARY

In this thesis, the Information System was developed for applying OWL 2 Ontology based search.

This thesis describes a method to obtain information from many distributed sources in one information system applying OWL 2 ontology. This system is useful for searching actual data from many Websites via the single interface. This is possible due to keeping references to distributed data sources in ontology data. The experimental investigation of the Information System prototype has shown that such a way is feasible and the prototype was positively assessed by its potential users.

Keywords: Information System, Ontology, Distributed Data Sources, Ontology Based Search, OWL, SPARQL.

TURINYS

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
Terminų ir santrumpų žodynas	9
Įvadas	10
1. Probleminės srities analizė	12
1.1. Analizės tikslas	12
1.2. Tyrimo objektas, sritis ir problema	12
1.3. Tyrimo objekto naudotojų analizė	12
1.3.1. Vartotojų aibė, tipai ir savybės	12
1.3.2. Vartotojų tikslai ir problemos	12
1.4. Ontologijos analizė	12
1.5. Problemos sprendimo metodų literatūros šaltiniuose analizė	13
1.5.1. Kas tai yra OWL ontologijos?	13
1.5.2. OWL ontologijos kūrimas	14
1.6. Esamų problemos sprendimo metodų analizė (Lietuvos ir tarptautiniu mastu)	15
1.6.1. OWL kalbos analizė	15
1.6.2. RDF kalbos analizė	15
1.6.3. Ontologijų kūrimo metodikų analizė	15
1.6.4. Ontologijų projektavimo įrankiai	17
1.7. Architektūros ir galimų įgyvendinimo priemonių variantų analizė	17
1.7.1. Ontologijomis grindžiamų sistemų realizacijos technologijų architektūra	18
1.7.2. Ontologijomis grindžiamų sistemų realizavimo karkasai	18
1.7.3. Egzistuojančių ontologijomis grindžiamų sistemų analizė	19
1.8. Siekiamo sprendimo apibrėžimas	20
1.9. Darbo tikslas, uždaviniai ir siekiami privalumai	21
1.10. Analizės išvados	21
2. Ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos reikalavimų specifikacija	22
2.1. Funkcinių reikalavimų specifikacija	22
2.2. Informacinės sistemos panaudojimų atvejų diagrama	22
2.3. Reikalavimai ontologijoms	23
2.4. Ontologijų vaizdinio modelio pateikimo veiklos diagrama	24
2.5. Dalykinės srities modelis	24
2.5.1. Vartotojo navigacijos planas	25
2.6. Formalus sprendimo aprašas	26
2.7. Reikalavimų apibendrinimas	26
3. eksperimentinės ontologija grindžiamos paieškos sistemos realizacijos projektas	27
3.1. Loginė sistemos architektūra	27

3.2. Sistemos elgsenos modelis.....	27
3.3. Realizacijos modelis	29
4. Sprendimo realizacija ir testavimas	30
4.1. Sprendimo realizacijos klasių diagrama	30
4.2. Sprendimo realizacijos ir veikimo aprašas	30
4.3. Testavimo modelis, duomenys, rezultatai.....	34
4.4. Realizacijos apibendrinimas	36
5. Eksperimentinis ontologija grindžiamos paieškos sistemos tyrimas	37
5.1. Eksperimento planas	37
5.1.1. Kompetencijos klausimų sąrašo sudarymas	37
5.1.2. Bazinės ontologijos sukūrimas	37
5.1.3. Ontologijos tikrinimas	41
5.1.4. Ontologija grindžiamo paieškos informacinės sistemos tikrinimas	41
5.2. Ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos tyrimas atliekant vartotojų apklausą	46
5.3. Eksperimento apibendrinimas.....	47
6. išvados.....	48
7. literatūra	49
8. Priedai	50
8.1. Priedas. Apklausos anketa	50
8.2. Priedas. Sukurta studijų programų ontologijos fragmentas	50

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Ontologijų kūrimo metodų palyginimas.....	16
1.2 lentelė. Ontologijų projektavimo įrankių palyginimas	17
2.1 lentelė. PA „Peržiūrėti ontologijos struktūra“ specifikacija	22
2.2 lentelė PA „Ieškoti informacijos pagal klausimus“ specifikacija	23
2.3 lentelė PA „Peržiūrėti informaciją“ specifikacija	23
2.4 lentelė Ontologijos reikalavimai	23
5.1 lentelė. Abiturientų klausimai	37
5.2 lentelė Tyrimo apklausos rezultatų vidurkiai.....	47

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Asmenų ir savybių sąveikos pavyzdys [20]	13
1.2 pav. Klasių hierarchija [1].....	14
1.3 pav. Informacinės sistemos technologijų architektūra [15]	18
1.4 pav. „Babelnet“ paieškos rezultatų langas	19
1.5 pav. <i>Disease ontology</i> paieškos langas su rezultatais	20
1.6 pav. Kuriamos ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos kontekstinė diagrama ..	20
2.1 pav. Ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos panaudojimo atvejų diagrama	22
2.2 pav. IS paieškos modelio pateikimo veiklos diagrama	24
2.3 pav. Studijų programų dalykinės srities modelis, pagal kurį bus kuriama ontologija	25
2.4 pav. IS navigacijos schema	26
2.5 pav. Tikslų hierarchija.....	26
3.1 pav. Loginė sistemos architektūra.....	27
3.2 pav. Paieška navigavimo būdu.....	28
3.3 pav. PA „Paieška pagal klausimą“ sekų diagrama.....	28
3.4 pav. PA „Peržiūrėti ontologiją“ sekų diagrama	29
3.5 pav. Diegimo diagrama	29
4.1 pav. Realizacijos klasių diagrama	30
4.2 pav. Pagrindinis sistemos langas.....	31
4.3 pav. Ontologijos peržiūros langas.....	31
4.4 pav. IS ontologijos struktūra	32
4.5 pav. Ontologijos poklasės savybės.....	33
4.6 pav. Ontologijos individo savybės	34
4.7 pav. Ontologijos paieškos lango iškvietimas	34
4.8 pav. Ontologijos klasės pasirinkimas.....	34
4.9 pav. Ontologijos poklasės pasirinkimas.....	35
4.10 pav. Ontologijos poklasės individų pasirinkimas	35
4.11 pav. Informacija apie pasirinkta individą.....	35
5.1 pav. Eksperimento planas	37
5.2 pav. Ontologijos klasių hierarchija	38
5.3 pav. Objektų tipo savybės kūrimas	39
5.4 pav. Duomenų tipo savybių kūrimas.....	39
5.5 pav. Klasės „studiju_rezultatai“ poklasės „galimos_pareigos“ egzemplioriai	40
5.6 pav. Klasės „studiju_programa“ poklasei „dieninės_studijos“ priskirti klasių egzemplioriai	40
5.7 pav. Poklasei „dieninės_studijos“ priskirti egzemplioriai	41
5.8 pav. Ontologijos poklasės pasirinkimas.....	41
5.9 pav. Ontologijos poklasės langas	42
5.10 pav. Ontologijos egzemplioriaus duomenų langas	42
5.11 pav. Studijų programų srities kompetencijos klausimai	43
5.12 pav. Ontologijos klausimų paieškos lango iškvietimas	43
5.13 pav. Ontologijos klausimų paieškos langas	43
5.14 pav. Ontologijos klausimų langas su pateiktu atsakymu	44
5.15 pav. Ontologijos duomenų palyginimas.....	44
5.16 pav. Atsakymas į kompetencijos klausimą	44
5.17 pav. Atsakymas į kompetencijos klausimą	45
5.18 pav. Pasirinktos studijų programos duomenys.....	45
5.19 pav. Kompetencijos klausimo pateikimas.....	46
5.20 pav. Atsakymas į pasirinktą kompetencijos klausimą	46
5.21 pav. Tyrimo rezultatų diagrama	47
8.1 pav. Apklausa anketa.....	50

TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

SANTRUMPA	PAAIŠKINIMAS
URI	Vieningas ištekliaus identifikatorius internete. <i>URI</i> yra pagrindas ontologijų aprašymo kalbose identifikuojant resursus. <i>OWL 2</i> standartas vietoje <i>URI</i> rekomenduojama naudoti <i>IRI</i> .
SPARQL	Konsorciumo <i>W3C</i> rekomenduotina ontologijų užklausų kalba skirta informacijos išgavimui iš <i>RDF</i> duomenų rinkinių.
ONTOLOGIJA	Dalykinės srities formali konceptualizacijos specifikacija

IVADAS

Semantinės technologijos pradedamos plačiai vystyti pasaulinėje rinkoje. Kuriama vis daugiau informacinių sistemų, kurios bando diegti semantines technologijas. Šiuo metu Lietuvoje semantinės technologijos tik pradedamos taikyti, todėl šioje srityje trūksta patirties ir nėra sukurtų informacinių sistemų, kurių informacijos pateikimas būtų grindžiamas ontologija, todėl sritis yra labai palanki tyrimams.

Interneto portalai ir informacinės sistemos yra patogi priemonė, leidžianti centralizuotai prieiti prie informacijos internete. Internete kasdien didėja informacijos srautai, paieškos sistemoms darosi vis sudėtingiau pateikti teisingus paieškos rezultatus interneto vartotojams. Vis dažniau taikomos semantinės technologijos padidinti paieškos efektyvumą ir pagerinti paieškos vykdymą, išvengti neefektyvaus naršymo po skirtingus šaltinius.

Tyrimo metu buvo nuspręsta ištirti ontologijų panaudojimą informacijos paieškai pagerinti, sukuriant ontologija grindžiamą paieškos sistemą ir ją išbandant eksperimentu.

Pagrindinis **darbo tikslas** buvo sukurti modelį ir technologinį sprendimą, kuris leistų įgyvendinti ontologija grindžiamą paiešką internete pateikiamuose informaciniuose ištekliuose, šiam tikslui panaudojant sukurtą tam tikros dalykinės srities ontologiją.

Pagrindiniai **uždaviniai** šiam tikslui pasiekti:

1. Išanalizuoti
 - Ontologijų kūrimo kalbas bei įrankius;
 - Esamų semantinių interneto svetainių savybes;
 - Semantinių informacinių sistemų kūrimo metodus ir technologijas.
2. Sudaryti ontologijos modelį, kuris leistų aprašyti tam tikros dalykinės srities informacinius išteklius ir atlikti juose paiešką
3. Suprojektuoti informacinę sistemą, pagrįstą tam tikros srities ontologija
4. Realizuoti ontologija grindžiamos informacinės sistemos programinės įrangos prototipą
5. Atlikti eksperimentą modelio tinkamumui ir technologiniam sprendimui įvertinti.

Darbe buvo išanalizuotos ontologijos sąvokos bei savybės; ontologijų kalbos (OWL, RDF); ontologijų kūrimų metodai „Ushold ir King“, „Methontology“; išskirtos pagrindinės šių metodų savybės; ontologijų projektavimo įrankiai, atliktas jų palyginimas.

Atliekant ontologijų apdorojimo technologijų analizę, išanalizuoti ontologija grindžiamų sistemų kūrimo karkasai ir galimos architektūros bei egzistuojančios ontologijomis grindžiamos sistemos „Babelnet“ ir „disease-ontology“. Analizės rezultate realizacijai buvo nuspręsta panaudoti *JENA* karkasą dėl jo paplitimo, pastovaus palaikymo ir plačios dokumentacijos.

Sukurtas ontologija grindžiamos paieškos sistemos projektas, kuriame buvo sudaryta sistemos architektūra ir vartotojo sąsajos navigavimo planas. Duomenų modelio vaidmenį ontologija grindžiamos paieškos sistemoje atlieka ontologija. Buvo sudaryti ontologijos reikalavimai, pagal kurios turi būti kuriama ontologija, ir *Protege* įrankiu sukurtos kelios ontologijos informacinės sistemos realizacijai testuoti.

Eksperimentiniam tyrimui buvo pasirinkta kurti studijų programų ontologija, kuri bus apimanti informaciją apie skirtingų universitetų studijų programas ir nuorodas į jų pirminius šaltinius. Eksperimento metu buvo sukurta ontologija, sudarytas ontologijos modelis, kuris buvo užpildytas duomenimis iš kitų šaltinių. Realizuota informacinė sistema buvo ištestuota su sukurta ontologija. Sukurtai sistemai įvertinti buvo atlikta vartotojų apklausa, kurios tikslas buvo įvertinti sistemos patogumą ir veiksmingumą lyginant su kitais esamais paieškos būdais.

Sukurto informacinės sistemos su ontologija grindžiama paieškos informacinės sistemos prototipo eksperimentinis tyrimas ir apklausa parodė, kad sukurtas sprendimas leidžia atlikti ontologija grindžiamą paiešką paskirstytuose informaciniuose ištekliuose, kas yra aktualu daugeliui naudotojų ir sistemų kūrėjų. Sprendimo privalumas galimybė pasiekti duomenis iš skirtingų šaltinių vienoje vietoje.

Sukurtą prototipą galima įsidiegti į norimą serverį ir panaudoti norimai dalykinei sričiai.

Darbo struktūra:

- Pirmame skyriuje pateikta ontologijos sąvokų, ontologijų kalbų, jų kūrimo metodų ir įrankių analizė. Apžvelgtos jau realizuotos ontologija grindžiamos sistemos.
- Antrame skyriuje pateikta ontologija grindžiamos paieškos sistemos reikalavimų specifikacija ir projektas, pavaizduotas ontologija grindžiamos paieškos proceso modelis UML veiklos diagrama.
- Trečiame skyriuje pateiktas ontologija grindžiamos informacinės sistemos realizacijos projektas, sudaryta diegimo diagrama.
- Ketvirtame skyriuje aprašyta projekto realizacija, kas kaip buvo padaryta ir atliktas realizuotos sistemos testavimas. Skyriuje pateikti pagrindiniai sistemos langai, vartotojo sąsaja, navigavimo planas.
- Penktame ir šeštame skyriuje atliktas eksperimentinis tyrimas. Sukurta dalykinės srities ontologija ir ji panaudota realizuotoje ontologija grindžiamoje informacinėje sistemoje. Atlikta tyrimo apklausa ir pateikti darbo rezultatai ir išvados.

1. PROBLEMINĖS SRITIES ANALIZĖ

Šiame skyriuje atlikta ontologijos sąvokų, ontologijų kalbų, kūrimo metodų ir įrankių analizė. Išanalizuoti ontologijų kūrimo karkasai. Apžvelgtos jau realizuotos ontologija grindžiamos sistemos.

1.1. Analizės tikslas

Išanalizuoti ontologijų kalbas ir OWL 2 ontologijų taikymo interneto informacinėse sistemose metodikas, naudojamas technologijas.

1.2. Tyrimo objektas, sritis ir problema

Pagrindinis tyrimo objektas tai ontologija grindžiamos informacinės sistemos kūrimo procesas. Tyrimo sritis – tai ontologijų taikymo informacinėse sistemose metodai ir technologijos. Pagrindinė problema – interneto paieškos sistemų su semantinėmis technologijomis trūkumas.

1.3. Tyrimo objekto naudotojų analizė

Buvo apibrėžta vartotojų aibė, pagrindiniai kylantys tikslai ir esamos problemos.

1.3.1. Vartotojų aibė, tipai ir savybės

Informacinių sistemų vartotojai, kurios domina pasirinkta dalykinė sritis ir ieško konkretaus atsakymo į norimus klausimus ir iškilusias problemas.

1.3.2. Vartotojų tikslai ir problemos

Vartotojų pagrindinis tikslas surasti reikiamą informaciją apie aktualią sritį.

1.4. Ontologijos analizė

Ontologija – kompiuterijoje šiuo termino daugiskaitine forma ontologijos vadinamas tam tikros srities sąvokų visumos specifikuojamas išreikštu pavidalu [26].

Ontologijos apibrėžia nagrinėjimo sritis:

- sąvokas, esybių (reiškinių, daiktų) tipus;
- sąvokų hierarchijas, esybių tipų tarpusavio sąryšius, priklausomybes;
- aksiomas, taisykles, dėsningumus apie esybių tipus ir sąryšius;
- pavyzdinius atvejus.

Pagal formalumą ontologijos skirstomos į:

- neformalias (pvz., terminų katalogai) ir
- formalias, kurios savo ruožtu būna:
 - aksiomatizuotos (pvz.: formalios mokslų teorijos, taisyklių ir freimų rinkiniai ekspertinėse sistemose, duomenų bazių koncepcinių schemų specifikacijos);
 - prototipais paremtos (terminologinės);
 - mišrios.

Pagal išreiškimo galią ontologijos skirstomos į :

- „lengvasvores“ ontologijas (kurios išreiškia sąvokas ir elementarius tipus, sąvokų hierarchiją, sąvokų sąryšius) ir
- „sunkiasvores“ ontologijas (kurios papildomai dar išreiškia ir kardinalumo apribojimus, sąryšių klasifikaciją, galimybes manipuluoti aksiomomis ir semantika, naudojant logikos formalizmus ir loginio išvedimo sistemas).

Pagal paskirtį ontologijos skirstomos į [22]:

- žinių vaizdavimo ontologijas;
- bendrąsias ontologijas, visuotinai naudojamų sąvokų ontologijas;
- aukščiausio lygio ontologijas, metaontologijas;

- lingvistines ontologijas;
- nagrinėjimo sričių ontologijas;
- užduočių ontologijas, metodų ontologijas, taikomųjų programų ontologijas;

1.5. Problemos sprendimo metodų literatūros šaltiniuose analizė

Problemų sprendimui kuriami portalai, informacinės sistemos. Šiame darbe kuriama ontologija grindžiama paieškos sistema, todėl buvo išanalizuoti ontologija, kūrimo įrankiai ir technologijos.

1.5.1. Kas tai yra OWL ontologijos?

Norint analizuoti ontologijų taikymo informacinių sistemų metodika, visų pirma reikia išanalizuoti OWL (Web Ontology Language) ontologijas bei jų kalbas.

Analizuojant ontologijas, pasirinktas Protégé4 OWL naudojimo aprašas [20].

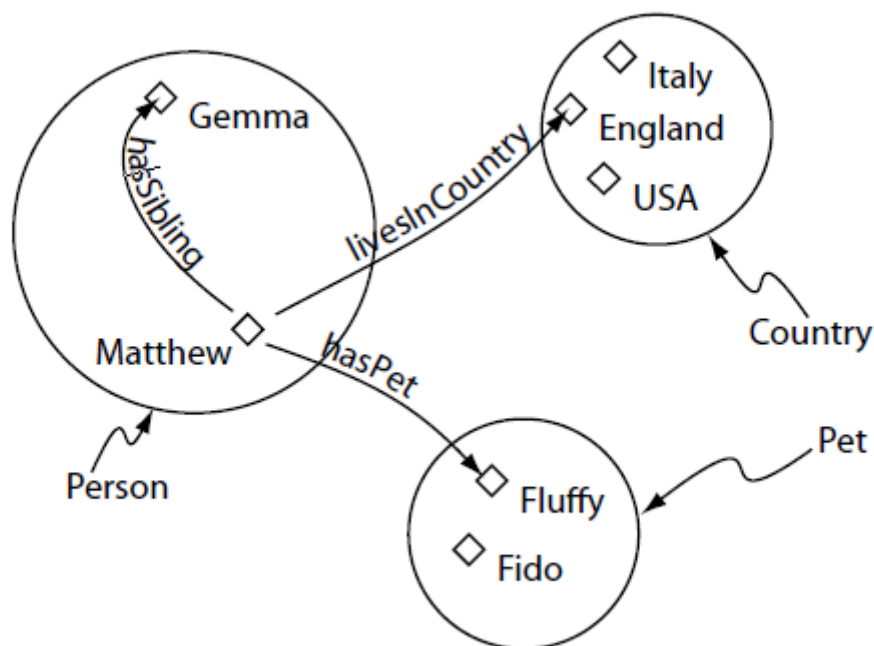
Vykdamat naudojimo aprašą buvo išskirtos pagrindinės sudedamosios OWL ontologijų dalys, tai yra:

- Klasė
- Poklasė
- Individas

Asmenys parodo objektus, kuriais yra domimasi. Ontologijose negalioja unikalių vardų taisyklė (UNA). Tai reiškia, kad vienas vardas gali nurodyti kelis skirtingus objektus.

Savybės yra naudojamos sujungti du asmenis. Pavyzdžiui, *Joną* ir *Ona* galima būtų sujungti savybe *turi vaiką*.

1.1 paveiksliuke pateiktas pavyzdys, kaip asmenis sujungia savybės:



1.1 pav. Asmenų ir savybių sąveikos pavyzdys [20]

Paveiksliuke (1.1 pav.) matome esybes (žmones, šalis, gyvūnus), kurias jungia savybės (nuosavybė, gyvenamoji vieta).

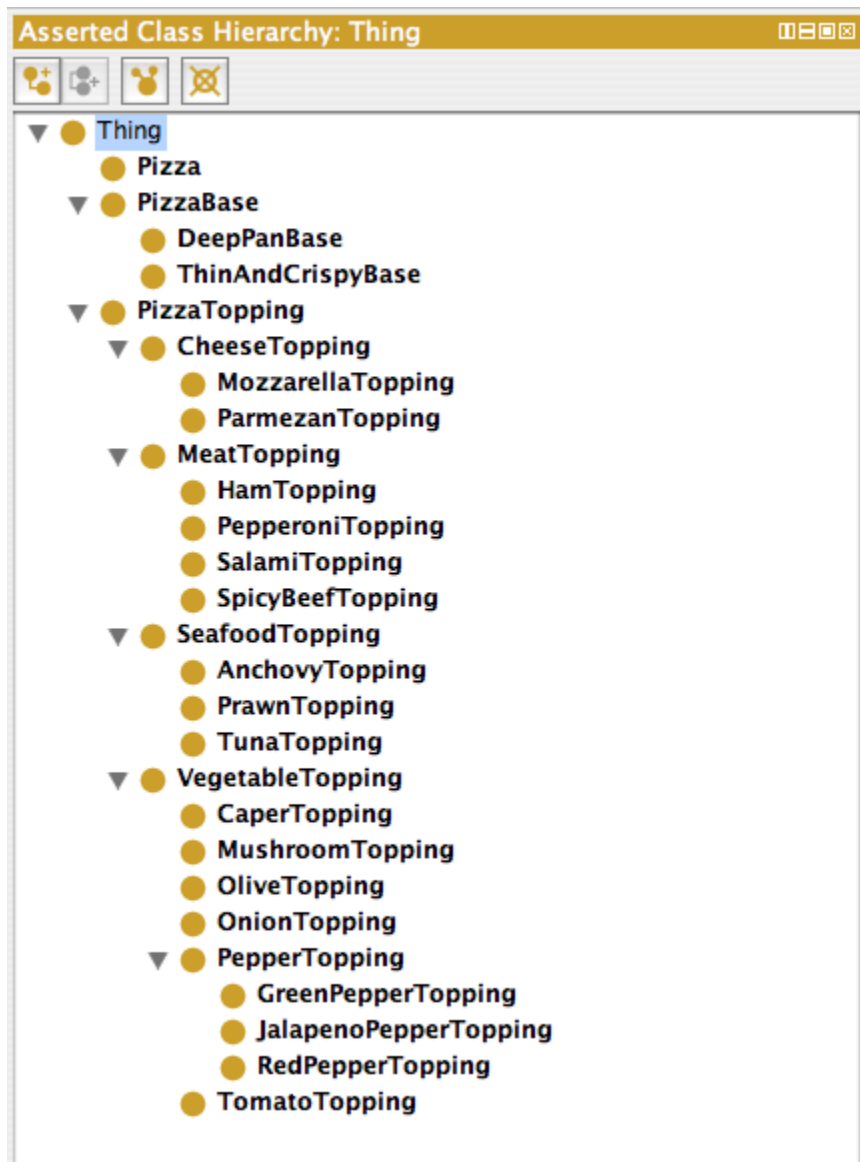
Klasės tai yra grupių apibendrinimas, tam tikros srities sutraukimas į vieną grupę.

- Pateikiu OWL klasės pavyzdį:
`<owl:Class rdf:ID="gyvunai"/>`
- Pateikiu OWL poklasės pavyzdį:

```
<owl:Class rdf:ID="sunys">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#gyvunai"/>
</owl:Class>
```

1.5.2. OWL ontologijos kūrimas

- Kuriant ontologiją, visų pirma kūrimas prasideda sukuriant pagrindines dalis, tai yra klases ir poklases.
Sukūrus klases ir poklases, jos yra suskirstomos pagal hierarchijas (1.2 pav.)



1.2 pav. Klasių hierarchija [1]

- Nustačius hierarchijas, kuriant ontologijas, reikia aprašyti ir ryšius tarp klasių, objektų. Ryšiai būna dviejų tipų: objektų ryšiai ir duomenų tipo ryšiai. Ryšiai gali būti ir atvirkštiniai, tai yra galioti abiejų objektų atžvilgiu.
- Kiekvienas objektas turi savybių aibes, kurios yra apibrėžiamos charakteristikomis.

1.6. Esamų problemos sprendimo metodų analizė (Lietuvos ir tarptautiniu mastu)

Kuriant semantinius puslapius, labiausiai paplitusios ontologijų kalbos yra RDF ir OWL. Šios kalbos bus naudojamos kuriant ontologija grindžiamą informacinę sistemą.

1.6.1. OWL kalbos analizė

Pasaulyje labiausiai paplitusi informacinės sistemos ontologijų aprašymo kalba yra OWL (angl. Web Ontology Language) kuri yra RDFS plėtinys. OWL 2004 metais rekomendavo W3C konsorciumas.

Tai vieningas žinių apie tai, kas egzistuoja realiame pasaulyje, pateikimo formatas. OWL buvo sukurta tam, kad būtų galimybė aprašyti ontologijos klases bei santykius tarp šių klasių. Owl ontologijų kalba turi daug panašumų su aprašymo kalba RDF. OWL kaip ir RDF aprašo elektroninio dokumento turinio struktūrą, bet ne jo pateikimo būdą vartotojui, nes neturi grafinės notacijos.

OWL turi tris dialektus, besiskiriančius išraiškos galimybėmis: OWL Lite, OWL DL ir OWL Full.

- OWL Lite skirta sudarinėti paprastiems žinių aprašams, turi griežtus reikalavimus, todėl jos išraiškos galimybės yra ribotos. Dėl savo griežtų apribojimų OWL Lite ontologijos apdorojimui nereikia sudėtingos programinės įrangos.
- OWL DL yra OWL Lite plėtinys ir skirtas vartotojams, norintiems plačių išraiškos galimybių ir jų programinio išsprendžiamumo (angl. decidability) per baigtinį laiką. OWL DL apima visą OWL kalbos konstravimo žodyną. Apribojimų atžvilgiu ji yra laisvesnė negu OWL Lite dialektas.
- OWL Full yra dialekto OWL DL plėtinys, kuris užtikrina maksimalias žinių išraiškos galimybes. Tačiau dėl savo sudėtingos struktūros šiuo metu nėra sukurta jokia programinė įranga, gebanti pilnai apdoroti OWL Full ontologiją.

2009 metais konsorciumas WC3 patvirtino ontologijos aprašymo kalbos standartą OWL 2.

RDF (Resource Description Framework) yra pirmoji standartizuota internetui kalba. RDF kalba naudojama aprašyti interneto šaltinius.

OWL kalba, buvo išleista vėliau kaip RDF patobulinimas, leidžiantis nurodyti ryšius tarp hierarchijų, taip pat plačiau aprašyti ontologijas.

Informacinių sistemų kūrėjams yra sukurti specialūs įrankiai, programos, kurios padeda automatiškai sugeneruoti ontologijas.

Plačiausiai naudojamos platformos kūrimui yra Protégé ir Jena API [10].

1.6.2. RDF kalbos analizė

Semantinio tinklo resursams aprašyti konsorciumas W3C rekomenduoja RDF (angl. Resource Description Framework) kalbą. Tai yra XML ženklavimo kalbos standartu paremtas metaduomenų aprašymo formatas. RDF kalboje kiekvienas teiginys yra sudarytas iš 3 elementų: objekto, objekto savybės ir objekto savybės reikšmės. Dažnai šis trejetas suvokiami kaip veiksnys (angl. subject), tarinys (angl. predicate) ir papildinys (angl. object).

Kiekvienas iš RDF trejeto elementų identifikuojami unikaliu URI (Uniform Resource Identifier) identifikatoriumi. Norint reprezentuoti faktų, galiojančių dalykinėje srityje, visumą, šiuos trejetus reikia kombinuoti (jungti į grafą). RDF schema (RDFS) praplečia RDF kalbos žodyną iki galimybės aprašyti specifines klases, hierarchijos ryšius ir savybes. [26]

1.6.3. Ontologijų kūrimo metodikų analizė

1.6.3.1. „Ushold ir King“ metodas

Tai ontologijų kūrimo metodika, sudaryta pagal patirtį, įgytą kuriant verslo įmonių aprašymo ontologiją „Enterprise Ontology“. Kuriant ontologiją šiuo metodu, svarbu tiksliai apibrėžti, kam ši ontologija kuriama ir kas ją naudos [10].

Metodika apima 4 esminius etapus

- Ontologijos tikslo apibrėžimą

- Ontologijos sudarymą
- Kitų ontologijų integravimą
- Ontologijos dokumentavimą.

Ontologijos kūrimo procesas susideda dalykinės srities konceptų ir ryšių tarp jų identifikavimo; vienareikšmio identifikuoatų konceptų ir jų sąvokų žodyno sudarymo; formalizuoto jų aprašymo pasirinkta ontologijos kalba. Metodikoje siūlomos trys strategijos pagrindiniams konceptams identifikuoti:

1. Iš viršaus žemyn. Nustatomi patys abstrakčiausi konceptai, kurie vėliau detalizuojami gilyn.
2. Iš apačios žemyn. Skaidant ontologija pirma nustatomi patys smulkiausi konceptai, kurie vėliau grupuojami.
3. Patys svarbiausi pirmi.. Pirmia identifikuojami dalykinei sričiai svarbiausi konceptai, kurie vėliau generalizuojami arba specializuojami į kitokius konceptus. Šis metodas geras tuo, kad ontologija plečiame tik mums reikiama linkme.

1.6.3.2. „Methontology“ metodas

Metodas tinka kuriant ontologijas nuo pat pradžių arba integruojant jau egzistuojančias ontologijas. Metodas remiasi iteraciniu ontologijos vystymo požiūriu, turi projekto valdymo ir kokybės užtikrinimo mechanizmus [10].

Metodikos autoriai ontologijos kūrimo veiklas suskirstė į 3 skirtingas kategorijas:

- Projekto valdymą
- Ontologijos vystymą
- Ontologijos palaikymą.

Ontologijos kūrimo veiklos susideda iš reikalavimų specifikuavimo, konceptualizavimo, formalizavimo ir realizavimo.

- Reikalavimų specifikuavimo metu aprašoma, kam yra kuriama ontologija, kas bus jos vartotojai, surašomi kompetencijos klausimai, į kuriuos turi atsakyti kuriama ontologija. Kompetencijos klausimų formalizmo lygis nėra griežtai ribojamas.
- Konceptualizavimo metu sudaromas terminų žodynas ir konceptų modelis. Terminams surinkti gali būti panaudota reikalavimų specifikuacija.
- Formalizavimo metu konceptų modelis transformuojamas į formalų arba pusiau formalų modelį.
- Integravimo metu gali būti integruojamos jau sukurtos ontologijos.
- Pabaigoje priežiūra ir korekcijos.

Apibendrinti ištirti metodai pateikti lentelėje (1.1).

1.1 lentelė. Ontologijų kūrimo metodų palyginimas

Metodas	Metodikos išsamumas	Priklausomumas nuo srities	Reikalavimai kūrimo įrankiui	Ontologijų integravimas
<i>Ushold and King</i>	–	+	–	–
<i>Methontology</i>	+-	–	–	–

Methontology metodika yra tinkamesnė, ji nepriklauso nuo srities, joje nuosekliai aprašomi ontologijos kūrimo etapai, tačiau joje nepateikiamos rekomendacijos ontologijų integravimui. Šiame darbe nebus integruojamos kitos ontologijos, tačiau srities ontologijoje bus duodamos nuorodos į kitus informacijos šaltinius ir taip išsprendžiamas paskirstytos informacijos pasiekimo klausimas.

1.6.4. Ontologijų projektavimo įrankiai

1.2 lentelė. Ontologijų projektavimo įrankių palyginimas

Lyginamoji savybė / Įrankis	<i>Protégé 4.3.0</i>	<i>TopBraid Composer</i>	<i>WebProtege</i>
Ontologijų aprašymo kalbos	RDF, RDFS, OWL, Turtle	RDF, RDFS, OWL, N3, N-Triple,	OWL
Grafinis ontologijos peržiūros, redagavimo režimas	Taip	Taip	Ne
Duomenų saugojimo formatai	CLIPS, OWL, RDFS, JDBC DB, XML, Latex, Turtle	OWL, RDFS, XML, XLS	OWL
SWRL taisyklių kūrimas ir vykdymas	Taip	Ne	Taip
SPARQL užklausų vykdymas	Taip	Taip	Ne
Ontologijų suliejimo (<i>merge</i>) galimybė	Taip	Taip	Taip
Galimybė suformuoti ontologiją iš UML diagramos	Taip	Ne	Ne
Išvedimo logikos mechanizmai (<i>reasoners</i>)	Pellet, Fact++, RacerPro KAON2	Ne	Taip
Ontologijos atvaizdavimas grafo pavidalu.	Taip	Ne	Ne
Plečiamumas	Taip	Ne	Taip
Licencija	Visiškai nemokamas	Bandomoji 30-ies dienų versija, nemokama	Nemokamas, plėtojamas
Dokumentacija ir literatūra	Išsami dokumentacija. Daug literatūros aprašančios ontologijos kūrimą <i>Protégé</i> aplinkoje.	Dokumentacija akcentuota į mokamus leidimus. Yra literatūros padedančios įsisavinti įrankio naudojimą.	Dokumentacija gan kukli, pateiktos tik pagrindinės dalys, struktūra.

„*WebProtege*“ įrankis suteikia galimybę kurti ir redaguoti ontologijas tinkle. Tačiau jį paanalizavus paaiškėjo, kad daug funkcijų nėra gerai išvystytos, ribotas funkcionalumas ir galimybės, neaiški ir nestruktūrizuota dokumentacija.

„*TopBraid Composer Free*“ įrankis neturi pilnos nemokamos versijos, tik laikiną nemokamą bandomąją versiją,

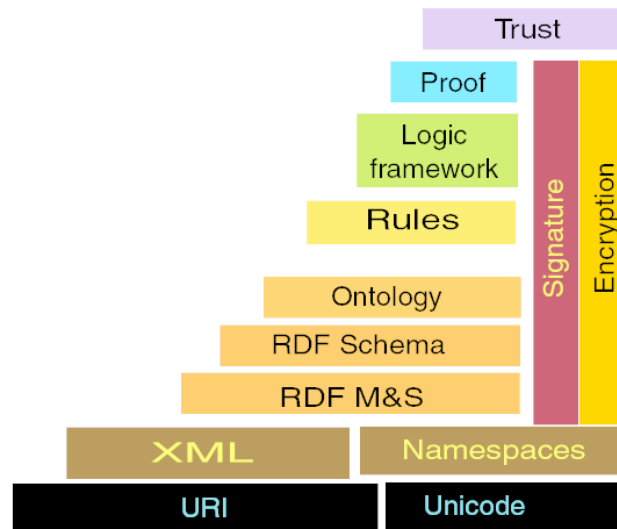
Ontologijų kūrimo įrankis „*Protégé*“ yra ne tik kad visiškai nemokamas, atviro kodo, bet ir plačiai dokumentuotas, lengvai plečiamas plėtinių pagalba. Įrankis dažnai atnaujinamas Remiantis šiais kriterijais nuspręsta ontologijos kūrimui naudoti „*Protégé*“ įrankį.

1.7. Architektūros ir galimų įgyvendinimo priemonių variantų analizė

Analizės metu buvo išanalizuoti ontologija grindžiamų informacinių sistemų technologijų architektūra, kūrimo karkasai bei jau realizuotos informacinės sistemos.

1.7.1. Ontologijomis grindžiamų sistemų realizacijos technologijų architektūra

Ontologija grindžiamo paieškos informacinės sistemos realizacijos technologijų architektūra pavaizduota 1.3 pav.



1.3 pav. Informacinės sistemos technologijų architektūra [15]

Ontologija grindžiamų paieškos informacinių sistemų technologijų pamatą sudaro rašmenų kodavimo standartas *Unicode* ir *URI* adresai. Standartas *Unicode* naudojamas užtikrinti, kad duomenims būtų naudojami standartiniai simbolių rinkiniai, o *URI* adresas skirtas identifikuoti semantinio tinklo objektą. *RDFS* sluoksnis skirtas bazinėms semantinėms žinioms, apie resursą, išreikšti. Ontologijos *OWL* sluoksnis praplečia *RDFS* sluoksnį sudėtingesnėmis išraiškos struktūroms. Šiame sluoksnyje slypi pagrindinė semantinio tinklo galia. Iš ontologijos *RDFS* ir *OWL* sluoksnių informacija išgaunama *SPARQL* užklausomis.

1.7.2. Ontologijomis grindžiamų sistemų realizavimo karkasai

Programų kūrimo karkasas yra taikomųjų programų programavimo sąsaja (*Application programming interface*), suteikianti programuotojui galimybę naudotis jau paruoštomis programinio kodo bibliotekomis. Tokių karkasų naudojimas palengviną programavimą, kadangi dalis reikalingų funkcijų jau yra realizuotos pačiame karkase.

Buvo analizuojami du skirtingi ontologija grindžiamų paieškos informacinių sistemų kūrimo karkasai: *Jena* ir ontologija grindžiamų paieškos informacinių sistemų kūrimas naudojant turinio valdymo sistemas.

Jena karkasas. Tai yra vienas iš labiausiai paplitusių ir populiariausių *Java* platformoje veikiančių karkasas, skirtas informacinių sistemų grindžiamų ontologija kūrimui. *Jena* karkasas turi integruotus taisyklėmis grindžiamus išvedimo formavimo mechanizmus. Jis suteikia programavimo aplinką darbui su *RDF*, *OWL* ir *SPARQL*. Pagrindiniai plusai tai, kad platus funkcionalumas ir atnaujinimas, taip pat plati dokumentacija.

Pagrindinės *Jena* karkaso ypatybės:

- Ontologijų, aprašytų *RDF*, *RDFS*, *OWL* kalba, programavimo aplinka;
- *SPARQL* užklausų kalba paremtas užklausų variklis;
- skaitymas ir rašymas *RDF* failų *RDF/XML*, *N3*, *N-Triple* formatu;
- Galimybė integruoti taisyklėmis grindžiamus išvadų formavimo mechanizmus;
- Palaikomas ontologijos modelio saugojimas duomenų bazių valdymo sistemose *MySQL*, *PostgreSQL* ir *Oracle*;
- Galimybė integruoti į kitas atviro kodo *Java* programas.

Jena .NET karkasas. Suderinimas su *Jena Java* platformos įrankiais, atviro kodo karkasas, veikiantis su *Visual Studio* paketais. Didžiausias minusas, kad paskutinį kartą buvo atnaujintas tik 2010 metais.

RAP karkasas. *RAP (Rdf API)* yra *PHP* kalba parašytas karkasas programavimo sąsajai (*API*) ir veiksmams su *RDF* bei *OWL* atlikti. Veiksmams su ontologija atlikti modulis turi integruotą reliacinę duomenų bazę.

Pagrindinės *RAP* karkaso ypatybės:

- Ontologijų, aprašytų *RDF*, *OWL* failuose, programavimo aplinka;
- Ontologijos modelio saugojimas kompiuterio darbinėje atmintyje arba reliacinėje duomenų bazėje.
- *SPARQL* užklausų kalba paremtas užklausų variklis;
- Atviras *PHP* kodas.

Veikia populiarių *LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP)* technologijų aplinkoje.

Fuzzy ontologijų karkasas. Karkasas pritaikytas *.NET* platformai. Karkaso dokumentacija pateikta gan aiškiai ir plačiai, bet paties įrankio naudojimas ir paplitimas ganėtinai siauras.

1.7.3. Egzistuojančių ontologijomis grindžiamų sistemų analizė

Buvo atlikta egzistuojančių informacinių sistemų analizė. Analizės metu buvo siekiama išsiaiškinti, koks duomenų pateikimo būdas yra taikomas sistemoje, ar jis patogus vartotojui, kaip ir iš kur yra integruojami duomenys.

Virtualus žodynas „Babelnet“

„Babelnet“ – virtualus žodynas, kuriame įvedus norimą žodį ar terminą, sistema išrenka visus rezultatų apibrėžimus. Sistemoje apibrėžimus ir aprašymus galima rasti įvairiausiomis kalbomis, pateikti paveikslėliai ir pavyzdžiai.

„Babelnet“ paieškos rezultatų langas parodytas 1.4 paveiksle.



The screenshot shows the BabelNet interface. At the top left is the BabelNet logo. To its right is a search bar with the placeholder text "Type a term or a text...". Below the search bar are language selection tabs: Lithuanian (selected), Arabic, Chinese, English, French, German, Greek, Hebrew, Hindi, and a plus icon for "all preferred languages". Below the tabs is a list of categories: Dictionary, Images, Translations, Sources, Categories, and External links. The main content area shows the search results for "Ontologija (informatika)". It includes the term "Ontologija" with a Lithuanian flag icon, followed by its definition: "Ontologija — kompiuterijoje šiuo termino daugiskaitine forma ontologijos vadinamas tam tikros srities sąvokų visumos specifikavimas išreikštu pavidalu." Below the definition is the IS-A relationship: "IS-A: system · Sąvoka".

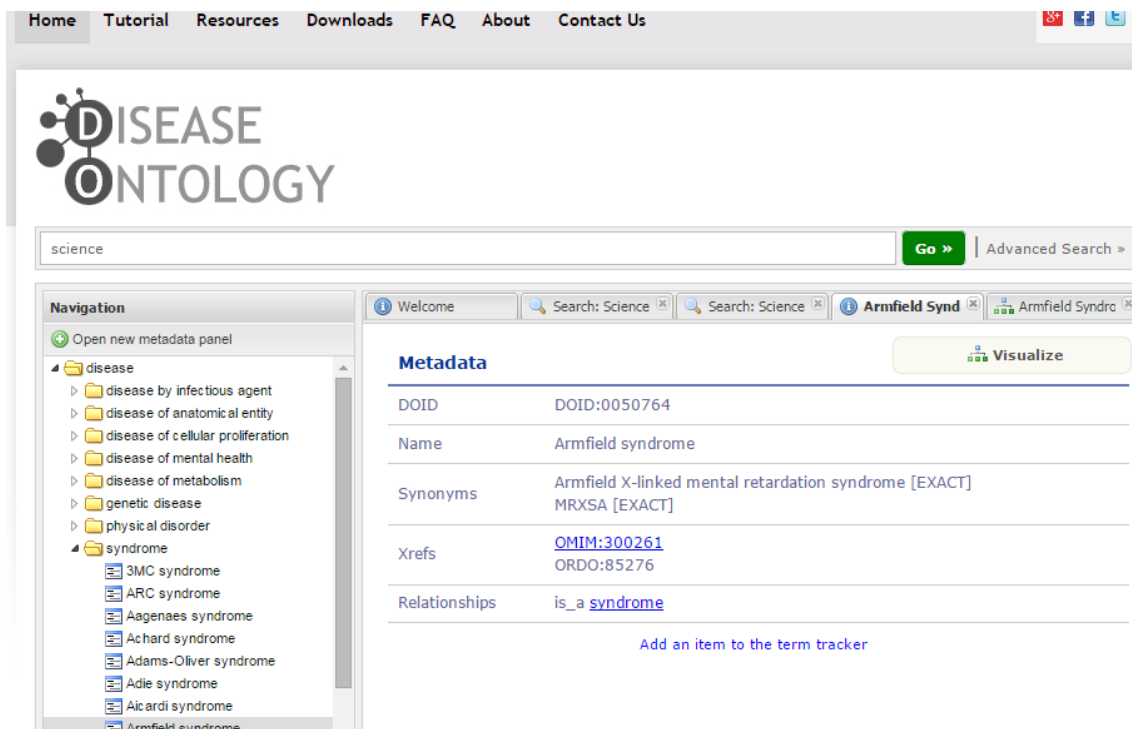
1.4 pav. „Babelnet“ paieškos rezultatų langas

Kiekvienas „Babelnet“ elementas yra specifikuojamas tokiais atributais:

- **Element Name** (elementas): formalus elemento pavadinimas.
- **Namespace** (kilmė): elemento šaltinio kilmė: dc, dcterms.
- **IRI**: internacionalizuotas išteklių identifikatorius naudojamas unikaliai elemento identifikacijai.
- **Label** (reikšmė): elemento paaiškinimas.
- **Definition** (apibrėžimas): elemento apibrėžimas, remiantis *DC* elemento apibrėžimu, jei tinkamas.
- **Europeana note** (pastaba): pastabos, susijusios su elemento naudojimu
- **Source** (šaltinis): elemento, sąvokos šaltinis

Ontologijos peržiūros puslapis „Disease-ontology“

Tai informacinė sistema anglų kalba, kurioje galima peržiūrėti ontologijas esančias duomenų bazėje ir jų dalis ir ryšius. Sistema agreguoja ir atrenka duomenis apie įvairių tipų artefaktus – ryšius, savybes. Žemiau esančiame paveikslėlyje pateikiu sistemos paieškos langą.

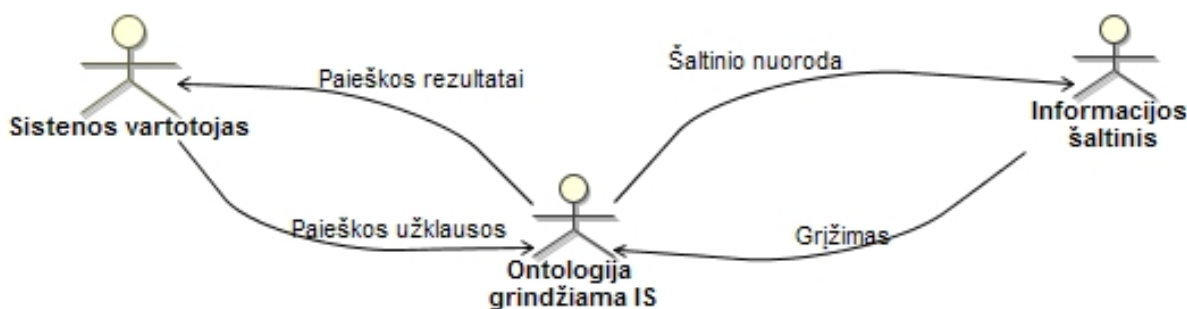


1.5 pav. Disease ontology paieškos langas su rezultatais

Sistemos žinių bazė sudaryta iš ontologijos apie ligas ir simptomus, ligų aprašymus, bibliotekų ir kitų archyvų, transformuotų duomenų bazių ir ontologijų.

1.8. Siekiamo sprendimo apibrėžimas

Sudaroma metodika turi apimti ontologija grindžiamų paieškos informacinių sistemų struktūrinius elementus (architektūrą, ontologiją) ir kūrimo procesą. Informacinėje sistemoje bus patalpinta sukurta tam tikros dalykinės srities ontologija. Paieška leis vartotojui surasti norimą informaciją pagal jam rūpimus klausimus. Sistema pateiks rezultatus ir kartu nuorodą į pirminį šaltinį.



1.6 pav. Kuriamos ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos kontekstinė diagrama

Ontologija grindžiamos paieškos vykdymo procesas

Nuo įprastos informacinės sistemos ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos skiriasi tuo, kad joms reikalinga dalykinės srities ontologija. Ontologija pati savaime yra statinis sistemos elementas. Todėl reikalingi mechanizmai galintys panaudoti ontologijoje saugomas žinias. Tai galima atlikti dviem būdais:

1. Ontologijoje vykdyti *SPARQL* užklausas ir jų pagalba gauti struktūrizuotus duomenis;
2. Pasitelkti išvedimo variklius (angl. *reasoning services*) ir gauti faktus paremtus aprašomąja logika (ang. *Description logic*).

Sistemos naujumas bus tame, kad bus galima pasiekti skirtingų struktūrizuotų pirminių šaltinių duomenis vienoje vietoje, iš ontologijos. Sistema leis įkelti ontologiją ir joje atlikti paiešką pagal kompetencijos klausimus arba naviguojant.

1.9. Darbo tikslas, uždaviniai ir siekiami privalumai

Darbo tikslas – sudaryti sąlygas kurti įvairioms sritims tinkamas ontologija grindžiamas paieškos informacinės sistemas, leidžiančias pagerinti informacijos paiešką, šiam tikslui pasirenkant ir pritaikant kūrimo metodiką ir ją išbandant konkrečios informacinės sistemos prototipo realizavimu.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti
 - 1.1. Ontologijų kalbas *OWL 2*, *RDF*
 - 1.2. Esamų semantinių informacinių sistemų, portalų savybes, atlikti jų palyginimą
 - 1.3. Semantinių portalų ir informacinių sistemų kūrimo metodus ir technologijas
2. Sudaryti pasirinktos dalykinės srities ontologijos modelį
3. Suprojektuoti ontologija grindžiamos paieškos informacinę sistemą
4. Realizuoti ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos programinės įrangos prototipą
5. Atlikti eksperimentą sistemos tinkamumui įvertinti.

1.10. Analizės išvados

1. Informacinių sistemų, kurios naudoja ontologijas, paplitimas nėra didelis, o Lietuvoje jos tik pradedamos taikyti, todėl tai aktuali tyrimų sritis.
2. Literatūros šaltinių semantinės paieškos tema analizė parodė, kad paieškai vykdyti tikslinga naudoti *OWL* kalbą, o ontologijų kūrimo remtis *Methontology* kūrimo metodika
3. 5. Išanalizavus ontologijų kūrimo įrankius, nustatyta, kad tinkamiausias iš jų yra *Protégé* – jis patikimas, vystomas akademinės institucijos, pateikia daug mokomosios medžiagos, nuolat tobulinamas.
4. Siekiamas sprendimas yra ontologija grindžiama paieškos sistema, kurios ontologijoje būtų saugomos nuorodos į paskirstytus pirminius šaltinius. Siekiamo sprendimo privalumas bus tas, kad bus galima pasiekti duomenis iš skirtingų šaltinių per vieną vartotojo sąsają, atliekant ontologija grindžiama paiešką ir peržiūrint duomenis iš pirminių paskirstytų šaltinių.
5. Remiantis semantinių informacinių analize, suformuluoti pagrindiniai funkciniai ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos reikalavimai:
 - 5.1. paieškos sistema turi pateikti vartotojui paieškai naudojamą ontologiją, kad jis galėtų išsiaiškinti jo struktūrą;
 - 5.2. paiešką turi būti galima atlikti navigavimo būdu ir pasirenkant iš anksto parengtas užklausas;
 - 5.3. užklausoms parengti tikslinga išanalizuoti dažnai užduodamus tos srities klausimus; šie klausimai turi būti naudojami kaip kompetencijos klausimai, kuriant ontologiją;
 - 5.4. ontologija turi turėti nuorodas į paskirstytus išteklių šaltinius, kuriuose saugoma paieškai aktuali informacija.

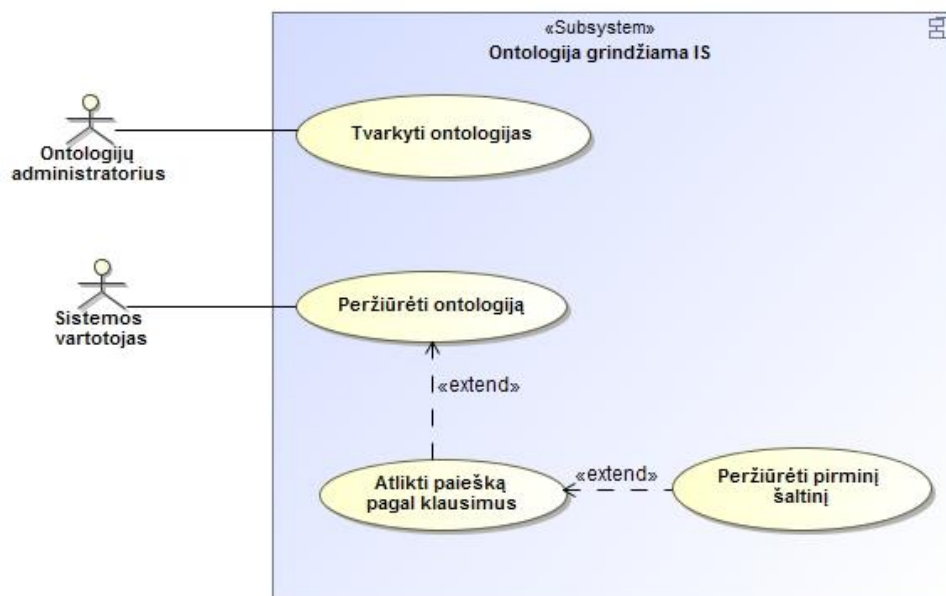
2. ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS INFORMACINĖS SISTEMOS REIKALAVIMŲ SPECIFIKACIJA

2.1. Funkcinių reikalavimų specifikacija

Projektuojamos informacinės sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta **Error! Reference source not found.** paveiksle. Sistemos vartotojas galės peržiūrėti ontologijos hierarchiją, poklases, individus ir jų ryšius, atlikti paiešką pagal sistemoje numatytus (dažnai užduodamus) klausimus.

2.2. Informacinės sistemos panaudojimų atvejų diagrama

Sistemos vartotojas gali atsidaręs ontologiją peržiūrėti ontologijos hierarchiją. Peržiūrėti poklases, individus ir esamus ryšius. Vartotojas taip pat gali atlikti paiešką, pagal klausimus suvestus sistemoje. Pagal pateiktus atsakymus vartotojas gali peržiūrėti informacija ir pirminius šaltinius.



2.1 pav. Ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos panaudojimo atvejų diagrama

Sistemos panaudojimo atvejų specifikacijos pateiktos 2.1 – 2.3 lentelėse.

2.1 lentelė. PA „Peržiūrėti ontologijos struktūrą“ specifikacija

PA „Peržiūrėti ontologijos struktūrą“		
Tikslas. Pateikti ontologijos struktūrą IS vartotojui		
Prieš sąlyga		Vartotojas interneto naršyklėje įvedęs sistemos adresą ir įjėjęs į sistemą
Aktorius		Vartotojas
Sužadinimo sąlyga		Vartotojas pasirenka ontologijos peržiūrą
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	Ieškoti informacijos pagal klausimus
	Apima PA	–
	Specializuoja PA	–
Pagrindinis įvykių srautas	Sistemos reakcija ir sprendimai	
1. Vartotojas pradeda PA		Sistema užkrauna pateikia ontologijos struktūrą
Po sąlyga:		Vartotojo interneto naršyklės lange pateiktas ontologijos vaizdas
Alternatyvūs scenarijai		

--	--

2.2 lentelė PA „Ieškoti informacijos pagal klausimus“ specifikacija

PA „Ieškoti informacijos pagal klausimus“		
Tikslas. Peržiūrėti esamas kategorijas.		
Prieš sąlyga	–	
Aktorius	Vartotojas	
Sužadinimo sąlyga	Vartotojas pasirenka paiešką	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	–
	Apima PA	–
	Specializuoja PA	–
Pagrindinis įvykių srautas	Sistemos reakcija ir sprendimai	
1. Vartotojas pradeda PA	Sistema atidaro pateikia klausimų sąrašą	
2. Vartotojas pasirenka klausimą	Sistema pateikia paieškos rezultatus	
Po sąlyga:	Vartotojo sąsajoje pateikti paieškos rezultatai	
Alternatyvūs scenarijai		

2.3 lentelė PA „Peržiūrėti informaciją“ specifikacija

PA „Peržiūrėti informaciją“		
Tikslas. Peržiūrėti informaciją, pateiktą informacijos šaltiniuose		
Prieš sąlyga	Vartotojo sąsajoje pateikti paieškos rezultatai	
Aktorius	Vartotojas	
Sužadinimo sąlyga	Vartotojas pasirenka paieškos langą	
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	Ieškoti informacijos pagal klausimus
	Apima PA	–
	Specializuoja PA	–
Pagrindinis įvykių srautas	Sistemos reakcija ir sprendimai	
1. Vartotojas pasirenka paieškos rezultatą	Sistema pateikia informaciją, aprašytą pasirinktame informacijos šaltinyje	
Po sąlyga:	Vartotojo interneto naršyklės lange pateikta informacija, aprašyta pasirinktame informacijos šaltinyje	
Alternatyvūs scenarijai		

2.3. Reikalavimai ontologijoms

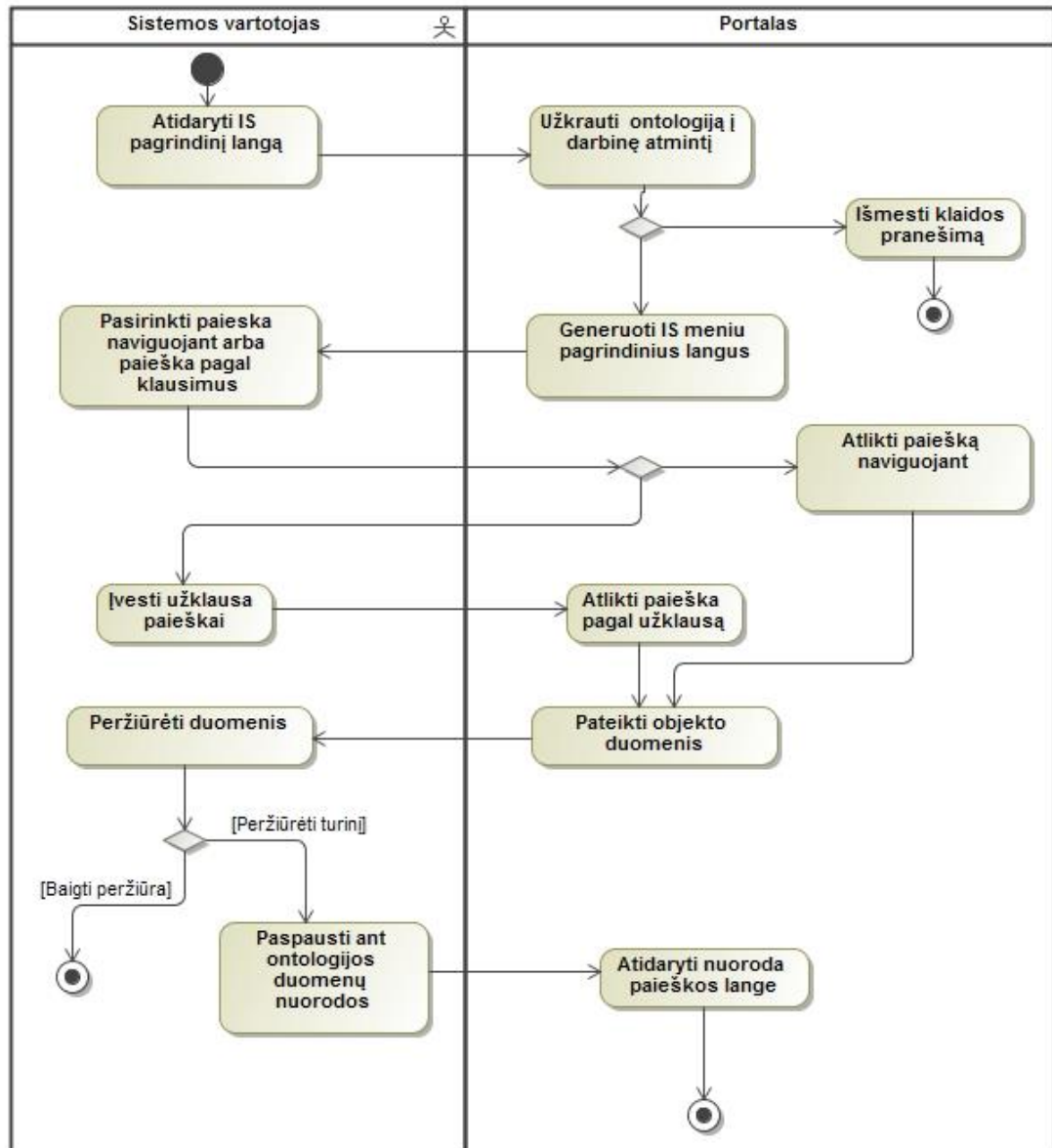
Reikalavimai kuriamai ontologijai pateikiami 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė Ontologijos reikalavimai

Ontologijos lygiai	<ul style="list-style-type: none"> • klasė <ul style="list-style-type: none"> ○ poklasė
Ontologijos savybės	<ul style="list-style-type: none"> • visa informacija pateikiama per individą • detalesnė informacija pateikiama individo objekto ir duomenų savybėse • Ontologijos ir jų elementai turi turėti nuorodas į jų aprašomus elementus vaizduojančius interneto svetainių puslapių adresus
Ontologijos formatai	Ontologija saugoma <i>RDF/XML</i> arba <i>OWL/XML</i> formatu

2.4. Ontologijų vaizdinio modelio pateikimo veiklos diagrama

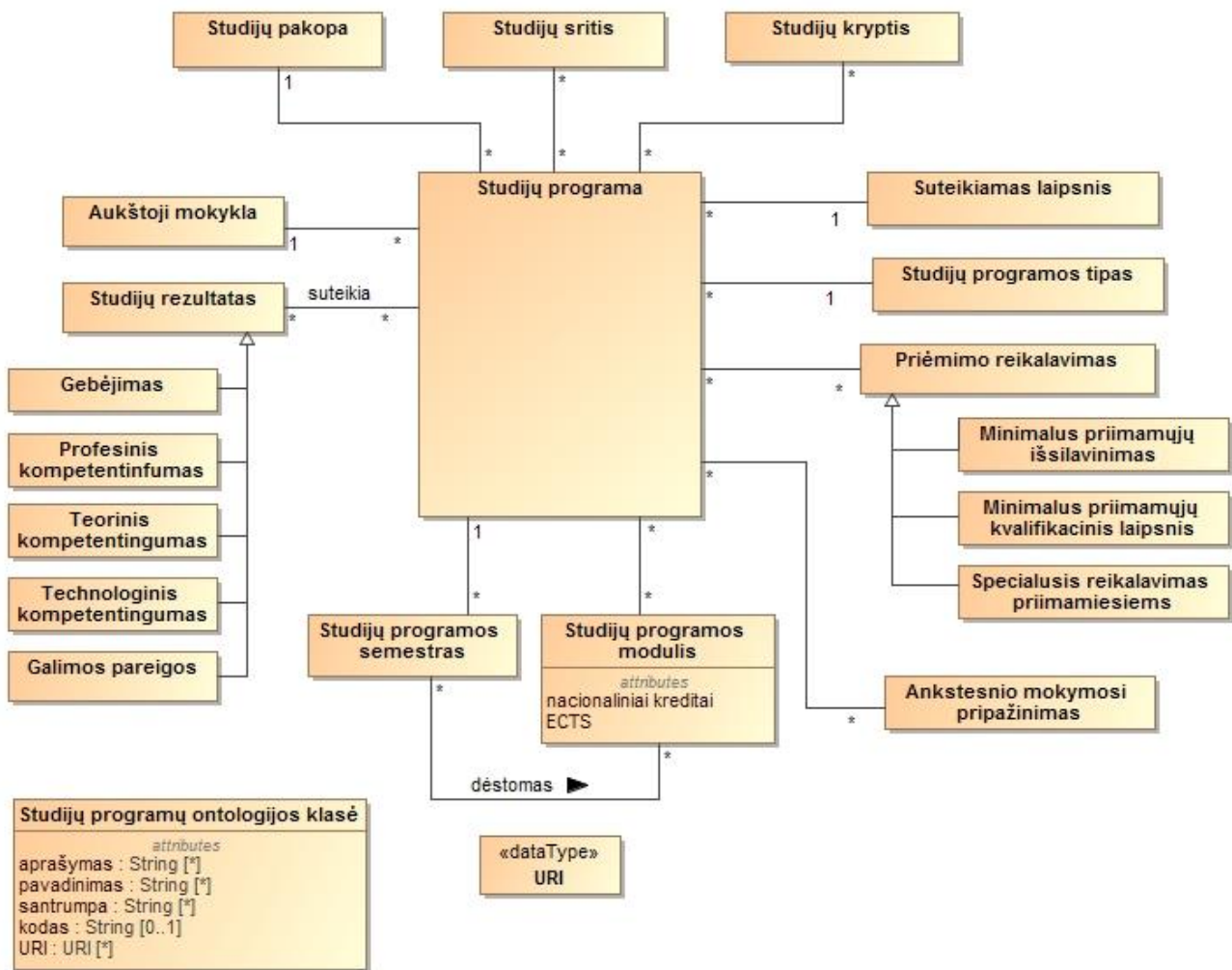
Diagramoje pateikiamas procesas, kokie veiksmai vyksta vartotojui norint atlikti paiešką, jų eiliškumas.



2.2 pav. IS paieškos modelio pateikimo veiklos diagrama

2.5. Dalykinės srities modelis

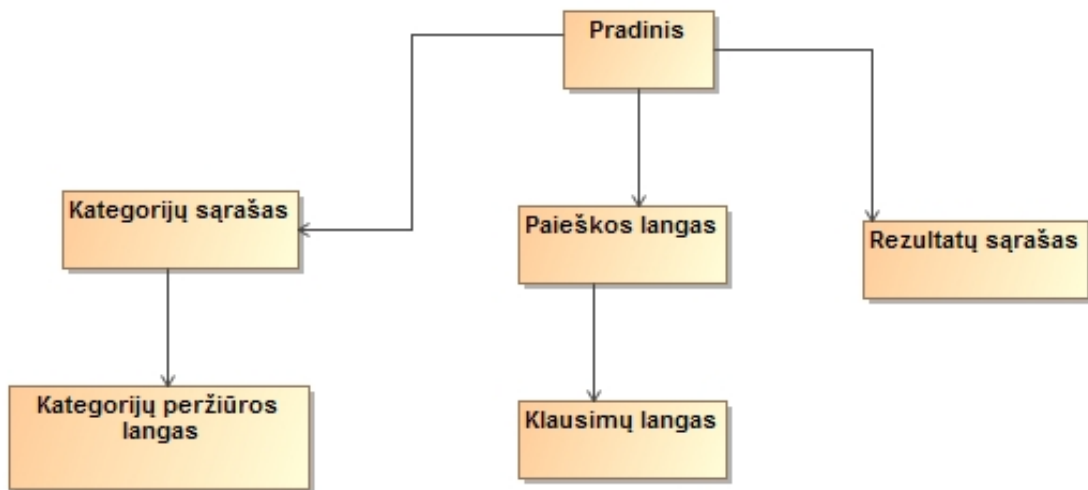
Sistema tinkama įvairioms dalykinėms sritims. Kaip pavyzdys, 2.3 paveiksle pateiktas studijų programų dalykinės srities modelis, pagal kurį bus kuriama ontologija.



2.3 pav. Studijų programų dalykinės srities modelis, pagal kurį bus kuriama ontologija

2.5.1. Vartotojo navigacijos planas

Paveiksle 2.6 pav. pavaizduotas navigacijos planas, kuris padeda suprasti, kaip realizuotas IS navigacijos mechanizmas, kokie langai iš kurių pasiekiami.



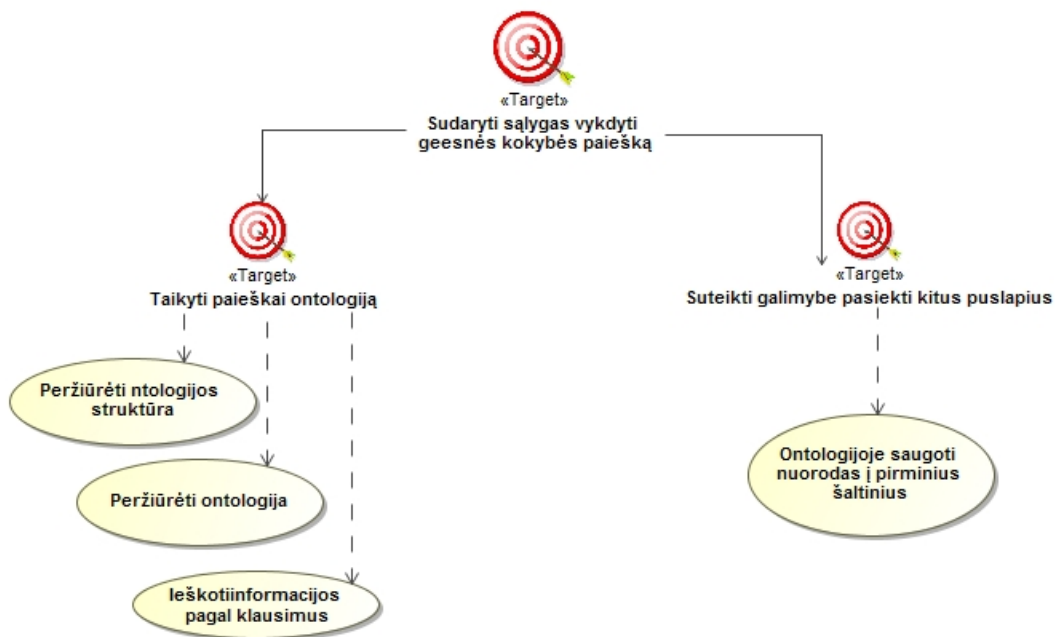
2.4 pav. IS navigacijos schema

2.6. Formalus sprendimo aprašas

Bus sukurta ontologija grindžiama informacinė paieškos sistemos prototipas. Ontologijoje bus saugoma pasirinktos srities informacija ir nuorodos į pirminius šaltinius.

2.7. Reikalavimų apibendrinimas

Norima sukurti informacinę sistemą, taikant semantines technologija, kurio pagrindiniai tikslai pateikiami žemiau esančiame paveikslėlyje.

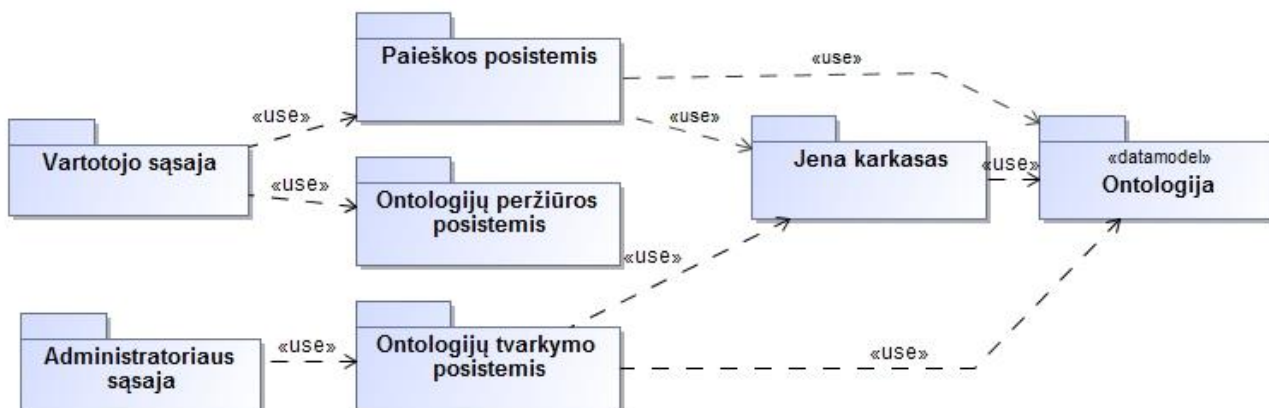


2.5 pav. Tikslų hierarchija

3. EKSPERIMENTINĖS ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS SISTEMOS REALIZACIJOS PROJEKTAS

3.1. Loginė sistemos architektūra

Pateikiamas ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos loginės architektūros modelis. IS loginę architektūrą galima suskirstyti į 9 funkcinius modulius (3.1 pav.)



3.1 pav. Loginė sistemos architektūra

Sąsajų moduliai yra skirti IS grafinei sąsajai realizuoti, naršymui ir navigacijai užtikrinti.

Posistemių moduliai atlieka renginių paieška, ontologijos sukūrimą, bei atnaujinimą. Taip pat visus susijusius veiksmus.

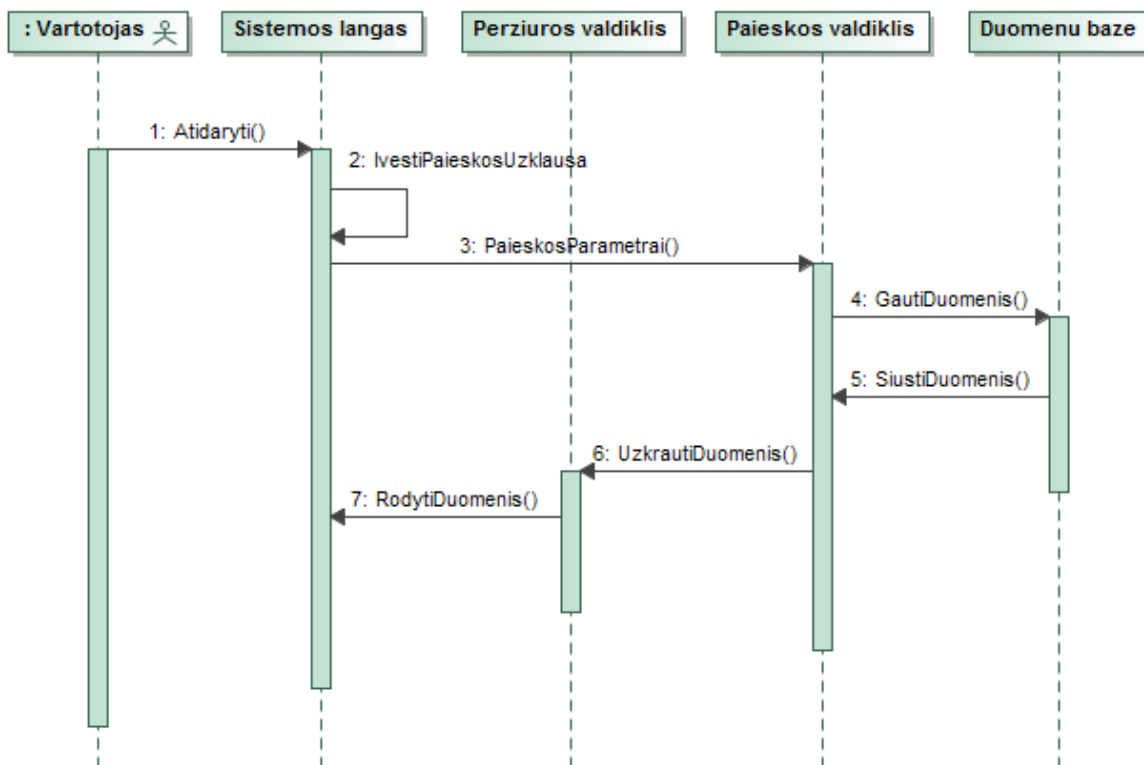
Ontologijos nuskaitymo ir apdorojimo veiksmams atlikti skirtas **JENA karkaso modulis**. Kiti modeliai su ontologija gali sąveikauti tik per šį modulį.

Renginių ontologija atitinka IS renginių ontologiją.

IS duomenų bazė yra reikalinga renginių paieškos rezultatų saugojimui ir algoritmui realizuoti. Šioje duomenų bazėje taip pat saugoma visa su vartotojais susijusi informacija, bei kiti dinaminiai sistemos duomenys.

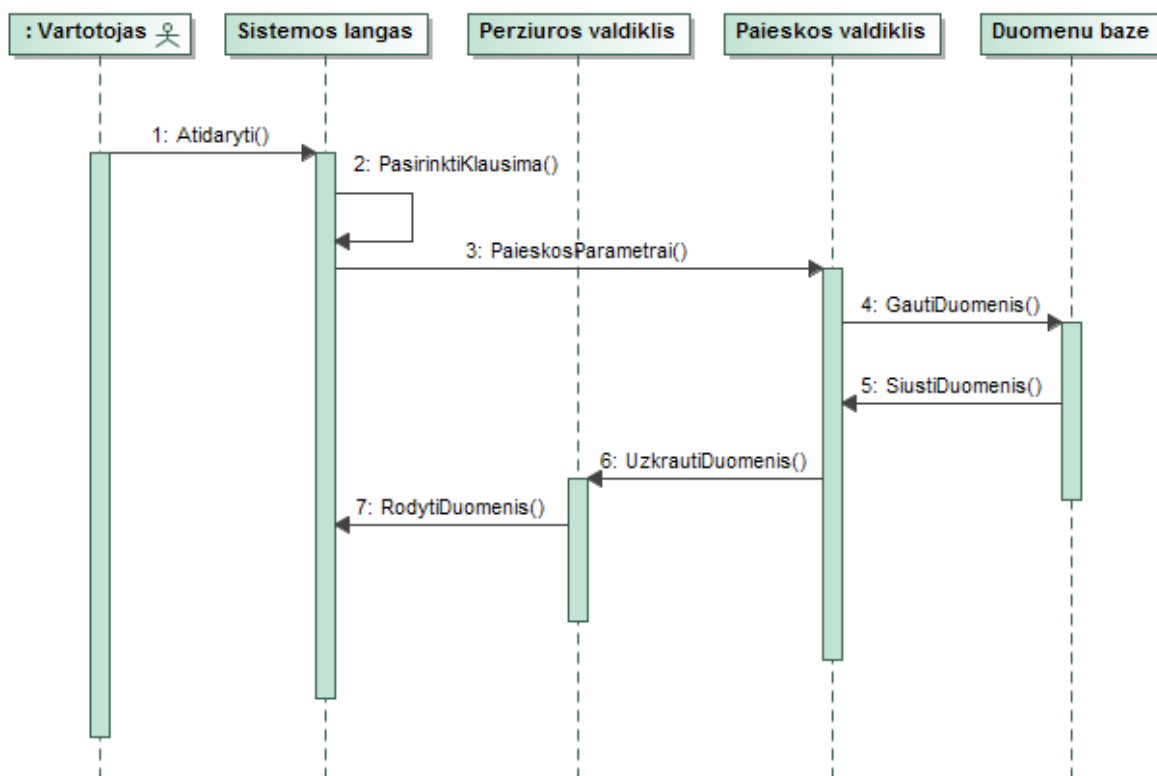
3.2. Sistemos elgsenos modelis

Panaudojimo atvejams sudaromos sekų diagramos pateiktos 3.2–3.4 paveiksluose.



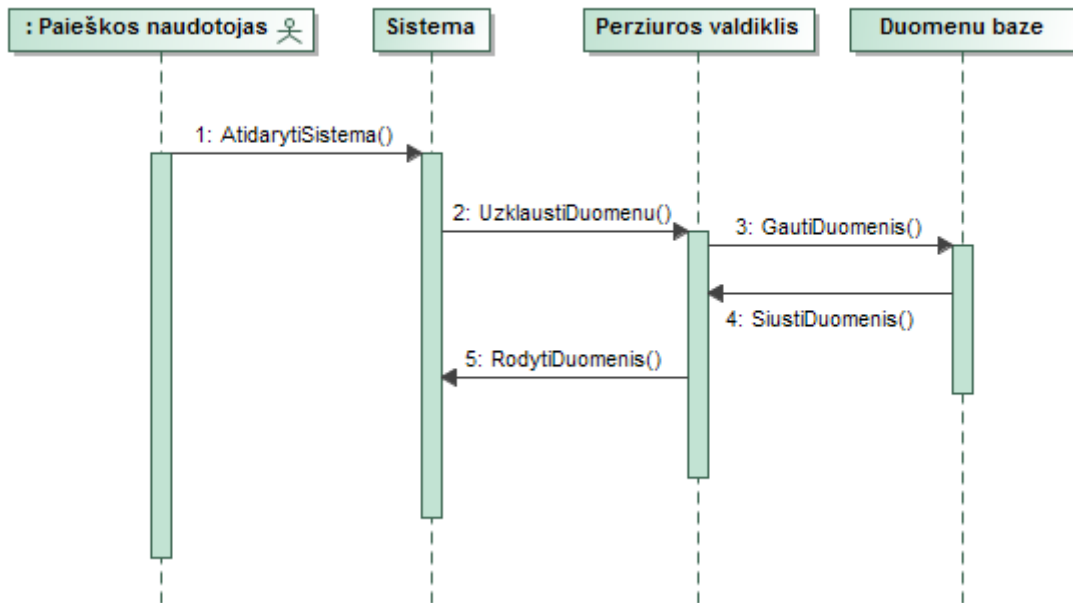
3.2 pav. Paieška navigavimo būdu

Informacinė sistemoje rodomos visos ontologijoje esančios klasės ir poklasės, pasirinkus norimą poklasę sistema užkrauna visus poklasės individus ir galima peržiūrėti jų objektines, bei duomenų savybes.



3.3 pav. PA „Paieška pagal klausimą“ sekų diagrama

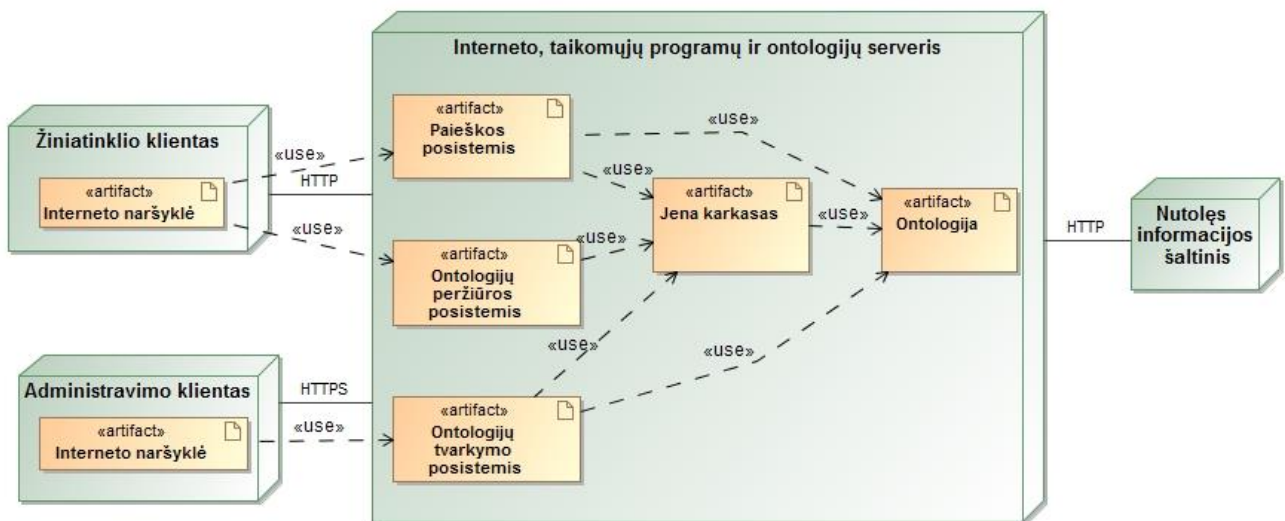
Pasirinkus sistemoje norimą klausimą sistema vykdydama užklausas, išrenka informacija iš ontologijos ir leidžia atlikti tikslesne paieška.



3.4 pav. PA „Peržiūrėti ontologiją“ sekų diagrama

3.3. Realizacijos modelis

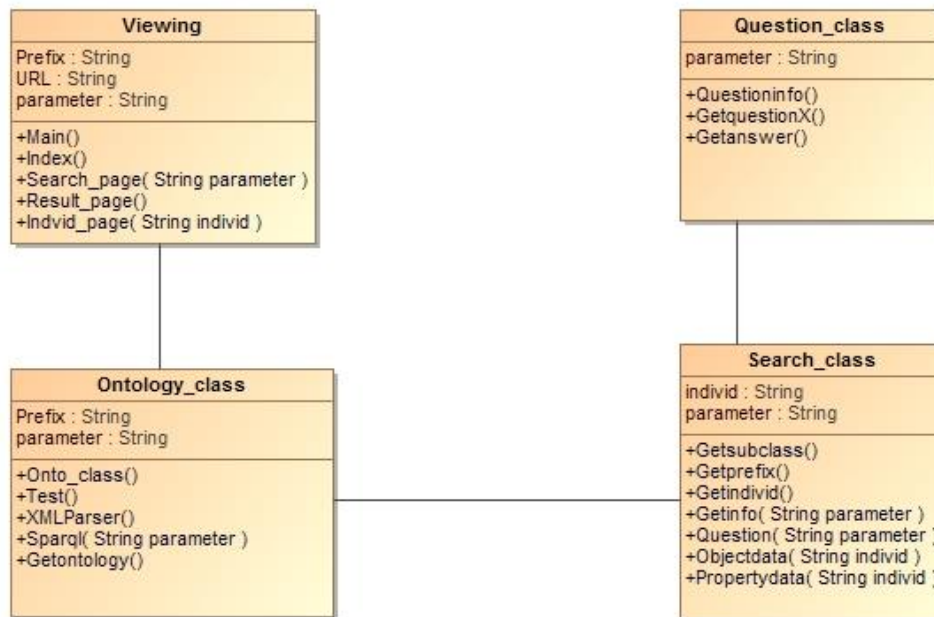
3.5 paveiksle pateikta diegimo diagrama, kuri vaizduoja komponentų išskirstymą techniniuose įrenginiuose. Išskirti pagrindiniai komponentai, informacinės sistemos dalys.



3.5 pav. Diegimo diagrama

4. SPRENDIMO REALIZACIJA IR TESTAVIMAS

4.1. Sprendimo realizacijos klasių diagrama



4.1 pav. Realizacijos klasių diagrama

Diagramoje (4.1 paveikslas) pateikiamos pagrindinės realizacijos klasės, kurių pagalba apdorojama ontologija ir pateikiami rezultatai, pagal vartotojo užklausą

Viewing – Atvaizduojami ir generuojami rezultatai pagal vartotojo pasirinktus veiksmus.

Ontology_class – Apdorojama ontologija, klasė pateikia apdorotus duomenis klasei „*Viewing*“

Search_class – Pagal užklausas atliekami veiksmai ir gaunami reikalingi duomenys iš ontologijos.

Question_class – Klasė pagal pasirinkta klausimą ištraukia duomenis iš ontologijos ir perduodama jos apdorojimui klase „*Search_class*“

4.2. Sprendimo realizacijos ir veikimo aprašas

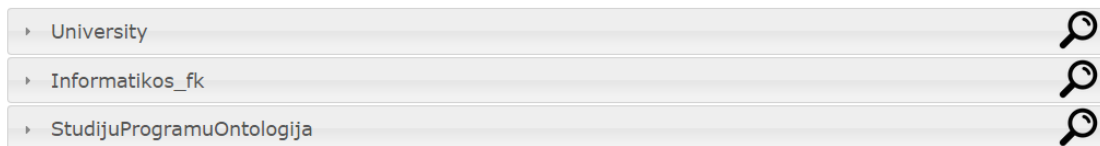
Technologinės sprendimo realizacijos sprendimai:

- *RDF* formato ontologija nuskaitoma panaudojant *SPARQL* užklausas;
- Ontologijos duomenys grąžinami *XML* formatu;
- *XML* duomenys išskaidomi pagal užklausą;
- Duomenys atvaizduojami naudojant *Jquery* ir *html*.

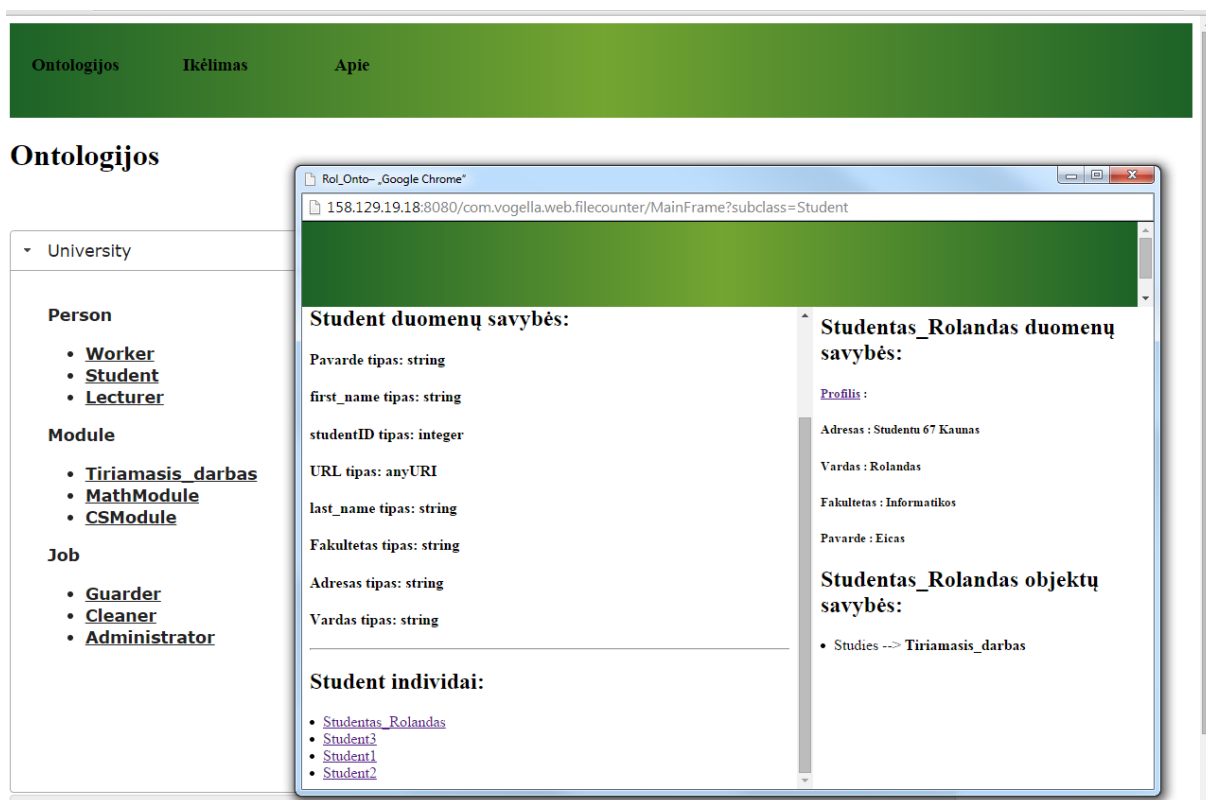
Ontologija grindžiama paieškos informacinės sistemos kūrimui buvo sukurta paprasta ontologija. Ontologijos pagrindu buvo kuriama informacinė paieškos sistema, rašomos *SPARQL* užklausos, kuriama vartotojo sąsaja.

Viršuje yra pagrindinis meniu, kuris leidžia naviguoti po informacinę sistemą. Ontologijos lange pateiktos įkeltos ontologijos.

Ontologijos



4.2 pav. Pagrindinis sistemos langas

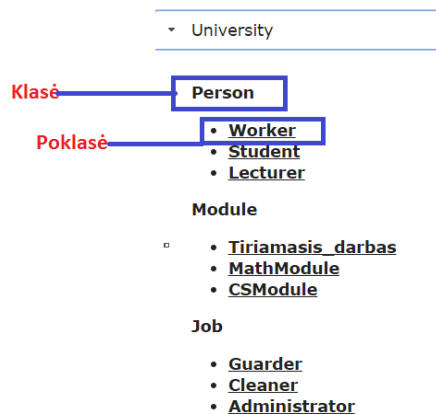


4.3 pav. Ontologijos peržiūros langas

Ontologijos peržiūros lango pavyzdys parodytas 4.2 paveiksle, kur parodyti pasirinktos poklasės duomenų savybės ir individai. Kairėje lango pusėje matome poklasės savybes ir esamus egzempliorius, o dešinėje – individo savybes ir nuorodą į pradinį šaltinį.

Ontologija grindžiama paieškos informacinės sistemos ontologijų struktūra suprogramuota taip, kad būtų dinamiškai generuojama ir rodomas jos pavadinimas. Paspaudus ant norimos ontologijos, išskleidžiamas sąrašas ontologijos klasių ir poklasių.

Ontologijos



4.4 pav. IS ontologijos struktūra

Ontologijos klasių atrinkimui naudojama *SPARQL* užklausa:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1989/05/07-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: http://www.w3.org/2002/07/owl#
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
SELECT distinct ?object FROM <" + URI + "> WHERE {
subject rdfs:subClassOf ?object . }
```

Ontologijos klasės poklasių atrinkimui, naudojama *SPARQL* užklausa:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owlxml#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/1999/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdfs-syntax-ns#>
PREFIX optional:" + PREFIX + "SELECT DISTINCT ?subclass
FROM <" + URI + "> WHERE {"?subclass rdfs:subClassOf optional:" + Main_class + " .
}
```

Paspaudus ant norimos ontologijos poklasės, atsidaro langas su poklasės savybėmis ir individais:

Student objektų savybės:

Student --Works-> Job

Student --Studies-> Module

Student duomenų savybės:

Pavarde tipas: string

first_name tipas: string

studentID tipas: integer

URL tipas: anyURI

last_name tipas: string

Fakultetas tipas: string

Adresas tipas: string

Vardas tipas: string

Student individai:

- [Studentas Rolandas](#)
- [Student3](#)

4.5 pav. Ontologijos poklasės savybės

Ontologijos poklasės savybėms gauti naudojamos *SPARQL* užklauso:

Objektų savybėms:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/09/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf #>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
SELECT DISTINCT ?data_property ?domain ?range FROM <" + URI + "> WHERE {
  "?data_property rdf:type owl:DatatypeProperty .
  ?data_property rdfs:domain ?domain .
  "?data_property rdfs:range ?range . }
```

Duomenų savybėms:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
SELECT DISTINCT ?object_property ?domain ?range FROM <" + URI + "> WHERE {
  object_property rdf:type owl:ObjectProperty .
  ?object_property rdfs:domain ?domain .
  ?object_property rdfs:range ?range . }
```

Ontologijos poklasės individams gauti naudojama SPARQL užklausa:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX fn:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX optional:" + PREFIX
SELECT DISTINCT ?p ?o FROM <" + URI + "> WHERE {
```

```
optional:" + IndividName + "?p ?o .  
?p rdf:type owl:ObjectProperty .}
```

Pasirinkus norimą ontologijos individą pateikiami duomenis lango dešinėje:

Student1 duomenų savybės:

first_name : Jeset
last_name : Baker
studentID : 266014

Student1 objektų savybės:

- Studies --> [M204](#)
- Studies --> [M201](#)
- Studies --> [CS101](#)
- Works --> [Administratorius](#)

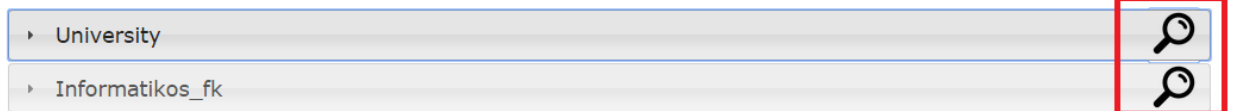
4.6 pav. Ontologijos individo savybės

Paspaudus ant norimos individo savybės, tame pačiame lange užkraunama norimo individo savybės.

4.3. Testavimo modelis, duomenys, rezultatai

Norint atlikti paiešką, paieškos langas iškviečiamas paspaudus ant pasirinktos ontologijos antraštės (4.7 pav.)

Ontologijos



4.7 pav. Ontologijos paieškos lango iškvietimas

Iškvietus ontologijos paieškos langą, pradinė paieška buvo realizuota galimybe pasirinkti norimą ontologijos klasę

Pasirinkite klasę:

Klases ▼
Klases
Person poklase:
Module
Job
Studijos

Pasirinkite individą:

Individai ▼

ieskoti

4.8 pav. Ontologijos klasės pasirinkimas

Pasirinkus norimą ontologijos klasę, *SPARQL* užklausa užkrauna visas ontologijos poklases (4.9 pav.)

Pasirinkite klase:

Person ▼

Pasirinkite poklase:

Pasirinkite ▼

Pasirinkite

Worker

Student

Lecturer

divida:

leskoti

4.9 pav. Ontologijos poklasės pasirinkimas

Pasirinkus norimą ontologijos poklasę, *SPARQL* užklausa užkrauna visus poklasės individus (4.10 pav.)

Pasirinkite klase:

Person ▼

Pasirinkite poklase:

Student ▼

Pasirinkite individa:

Studentas_Rolandas ▼

Studentas Rolandas

Student3

Student1

Student2

Pasirinkite

4.10 pav. Ontologijos poklasės individų pasirinkimas

Pasirinkus norimą individą ir nuspaudus paieškos mygtuką, sistema pateikia visa ontologijoje esamą informaciją apie individą.

Pasirinkite klase:

Person ▼

Pasirinkite poklase:

Student ▼

Pasirinkite individa:

Studentas_Rolandas ▼

leskoti

Studentas_Rolandas savybės:

[Profilis](#) :

Adresas : Studentu 67 Kaunas

Vardas : Rolandas

Fakultetas : Informatikos

Pavarde : Eicas

Studentas_Rolandas ryšiai:

- Studies --> [Tiriamasis darbas](#)

4.11 pav. Informacija apie pasirinkta individą

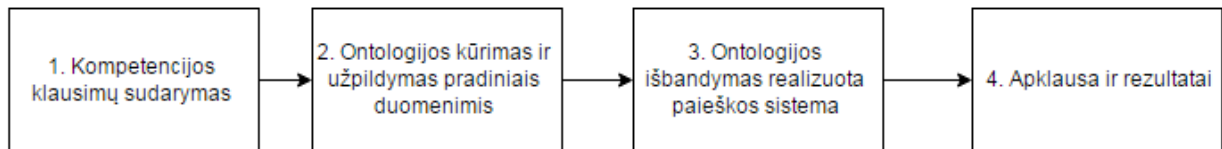
4.4. Realizacijos apibendrinimas

1. Realizacija remiasi šiais sprendimais:
 - 1.1. *RDF* formato ontologija nuskaitoma panaudojant *SPARQL* užklausas;
 - 1.2. Ontologijos duomenys grąžinami *XML* formatu;
 - 1.3. *XML* duomenys išskaidomi pagal užklausą;
 - 1.4. Duomenys atvaizduojami naudojant *Jquery* ir *html*.
2. Kas pagerės:
 - 2.1. Sukurtas prototipas leis svetainių administratoriams panaudoti prototipą savo svetainėms semantizuoti, kuriant paieškos įrankius
 - 2.2. Skirtingų struktūrizuotų šaltinių nuorodos bus saugomos vienoje vietoje – ontologijoje ir bus galima juos rasti atliekant ontologija grindžiamą paiešką
3. Tai galima padaryti 2 būdais:
 - 3.1. įdiegti savo sukurtą ontologiją į laisvai prieinamą šiame darbe sukurtą prototipą;
 - 3.2. Įsidiegti prototipą savo serveryje ir plėsti jį pagal savo poreikius.
4. Informacinės sistemos paleidimas susidės iš:
 - 4.1. Ontologijos sukūrimo pagal nustatytus reikalavimus;
 - 4.2. Prototipo įdiegimo savo serveryje arba ontologijos įkėlimo į laisvai prieinamą IS, sukurtą šiame darbe

5. EKSPERIMENTINIS ONTOLOGIJA GRINDŽIAMOS PAIEŠKOS SISTEMOS TYRIMAS

5.1. Eksperimento planas

Eksperimentiniui darbo tyrimui atlikti buvo sukurtas nesudėtinga ontologija grindžiama informacinė sistema ir eksperimentui bus sukurta nauja platesnė ontologiją, pagal ontologijai nustatytus reikalavimus.



5.1 pav. Eksperimento planas

5.1.1. Kompetencijos klausimų sąrašo sudarymas

Bendradarbiaujant kartu su Vainuto gimnazijos abiturientais. Abiturientų buvo paprašyta surašyti klausimus, kurie jiems kyla renkantis kur stoti, ką studijuoti. Lentelėje pateikti pagrindiniai klausimai kokius sugeneravo abiturientai.

5.1 lentelė. Abiturientų klausimai

Kiek metų reikės studijuoti?
Kiek procentų studentų atkrenta?
Koks būna konkursas į studijas?
Ką galėsiu dirbti pabaigęs?
Kokį kvalifikacinį laipsnį įgysiu baigęs?
Kokius dalykus studijuosiu?
Kokią studijų programą rinktis, norint išmokti []?
Kokia studijų programą rinktis norint dirbti []?
Kokia studijų programą rinktis norint studijuoti modulį []?
Kokioje studijų programoje galima studijuoti modulį []?
Kokia studijų programa galima pasirinkti universitete[]?

Pagal abiturientų klausimus buvo sudarytas sąrašas kompetencijų klausimų, į kuriuos atsakymus turime rasti iš būsimos ontologijos:

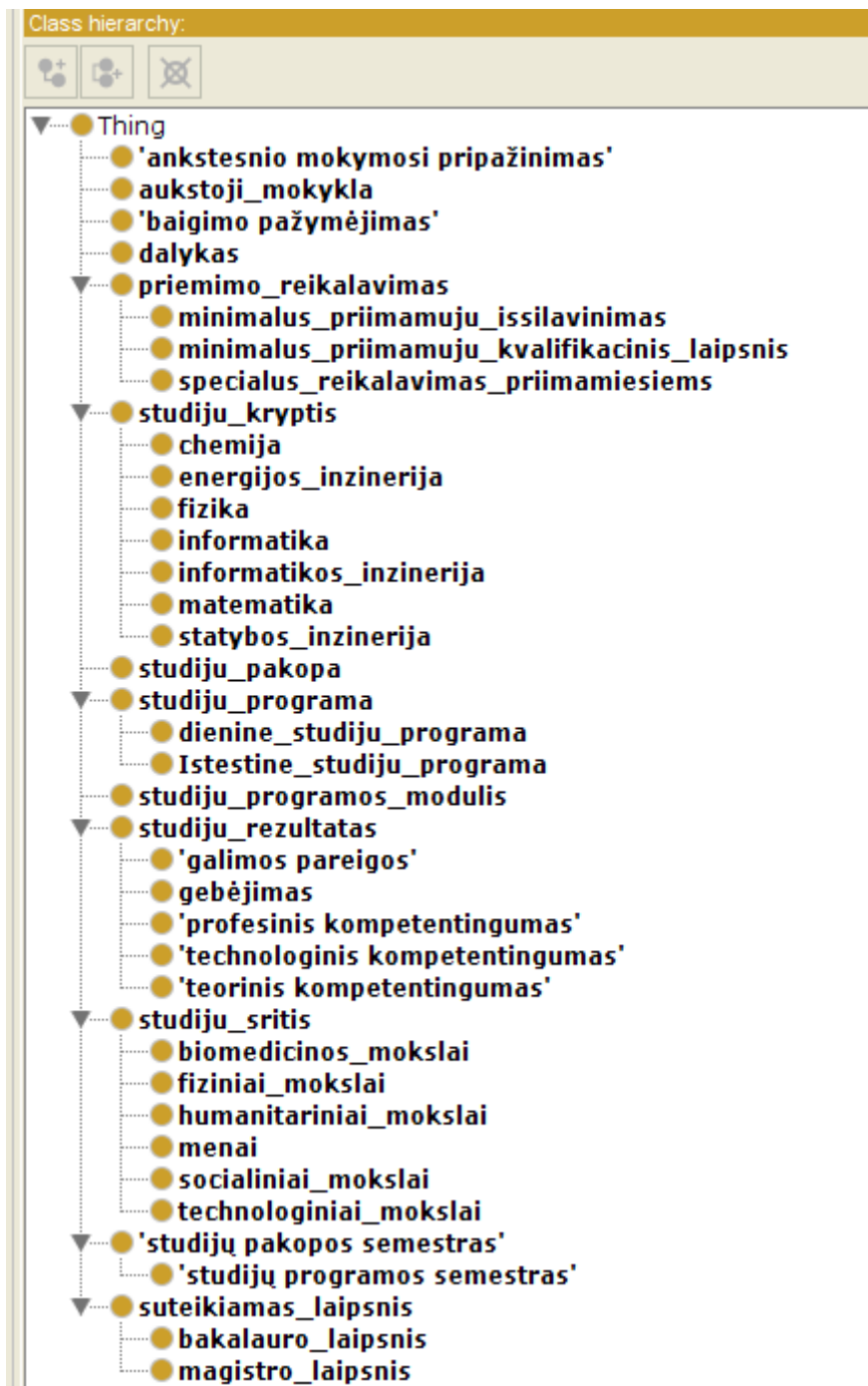
- Koks būna konkursinis balas studijų programos X?
- Kokius dalykus studijuosiu studijų programoje X?
- Kokius dalykus studijuosiu studijų programoje X semestre Y?
- Ką galėsiu dirbti pabaigęs studijų programą X?
- Kokia studijų programa rinktis, norint išmokti X?
- Kokios studijų programos X galima pasirinkti, aukštojoje mokykloje Y?
- Kokioje studijų programoje galima studijuoti modulį X?
- Kokia studijų programa rinktis, norint dirbti X?

5.1.2. Bazinės ontologijos sukūrimas

Dalykinė ontologija turi atsakyti į sudarytus kompetencijos klausimus. Išnagrinėjus kompetencijos klausimus, pradėdama konstruoti bazinę ontologiją.

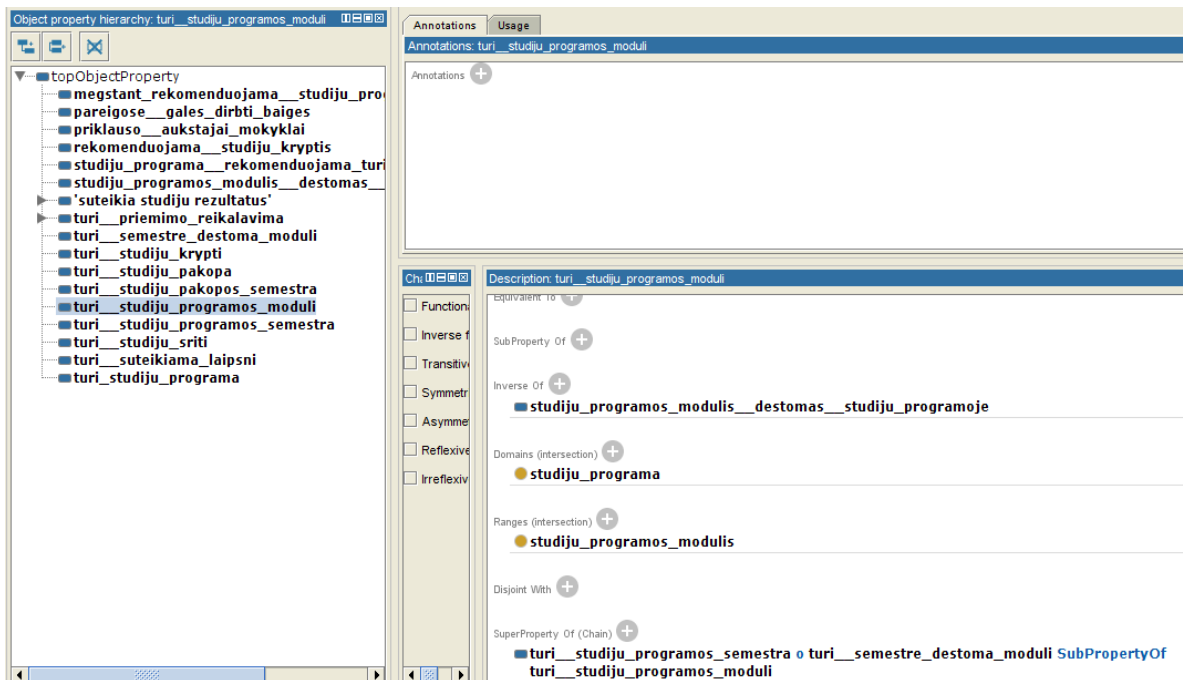
Ontologija kuriama *Protege* įrankiu.

Sudarius ontologija pateikta pirminė hierarchija (5.2pav.)



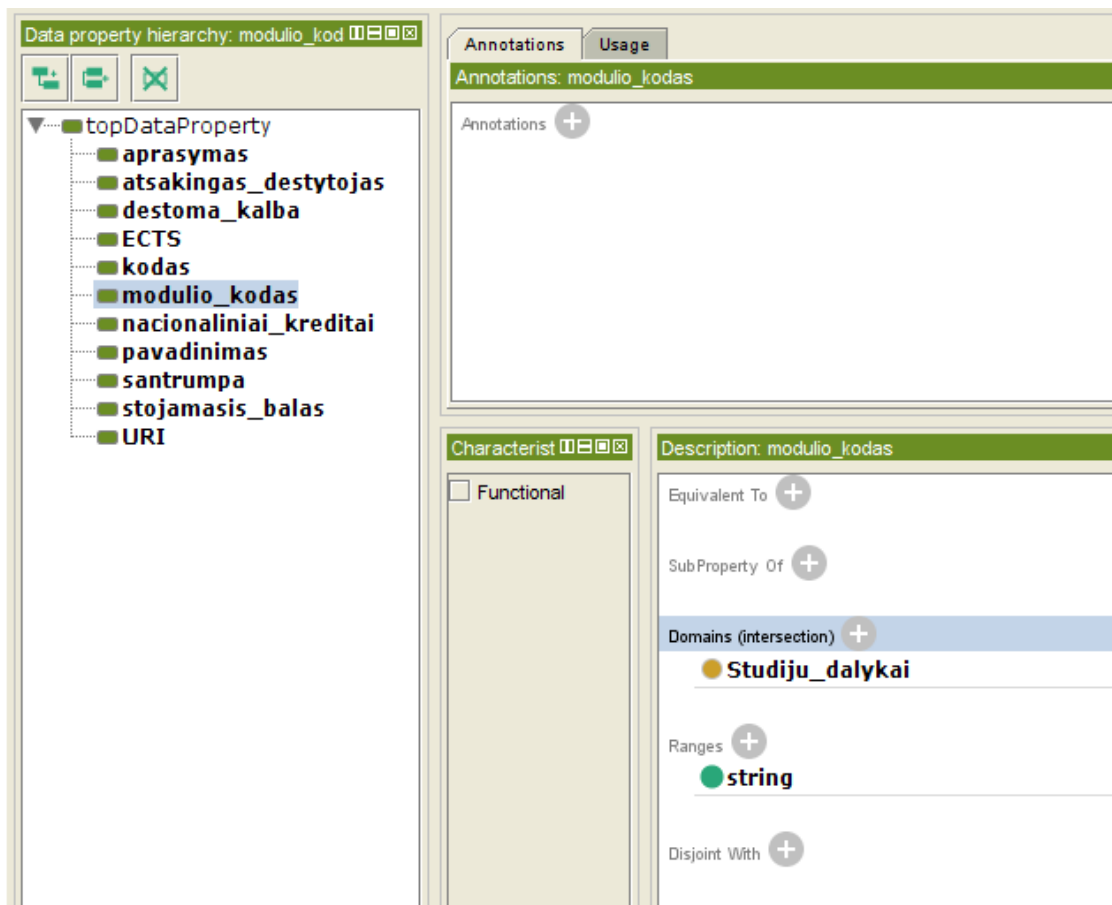
5.2 pav. Ontologijos klasių hierarchija

Sukuriamos objekto savybės kiekvienai objekto savybei nurodoma – kokia klasė ją gali įgyti (*domains*), ir kokia yra savybės reikšmė (*ranges*). Pavyzdyje 6.3 pav. pateiktas objekto savybės „*turi_studiju_programos_moduli*“ apibrėžimas – savybė gali būti įgyjama klasės „*studiju_programa*“ ir gali įgyti klasės „*studiju_programos_modulis*“ reikšmes.



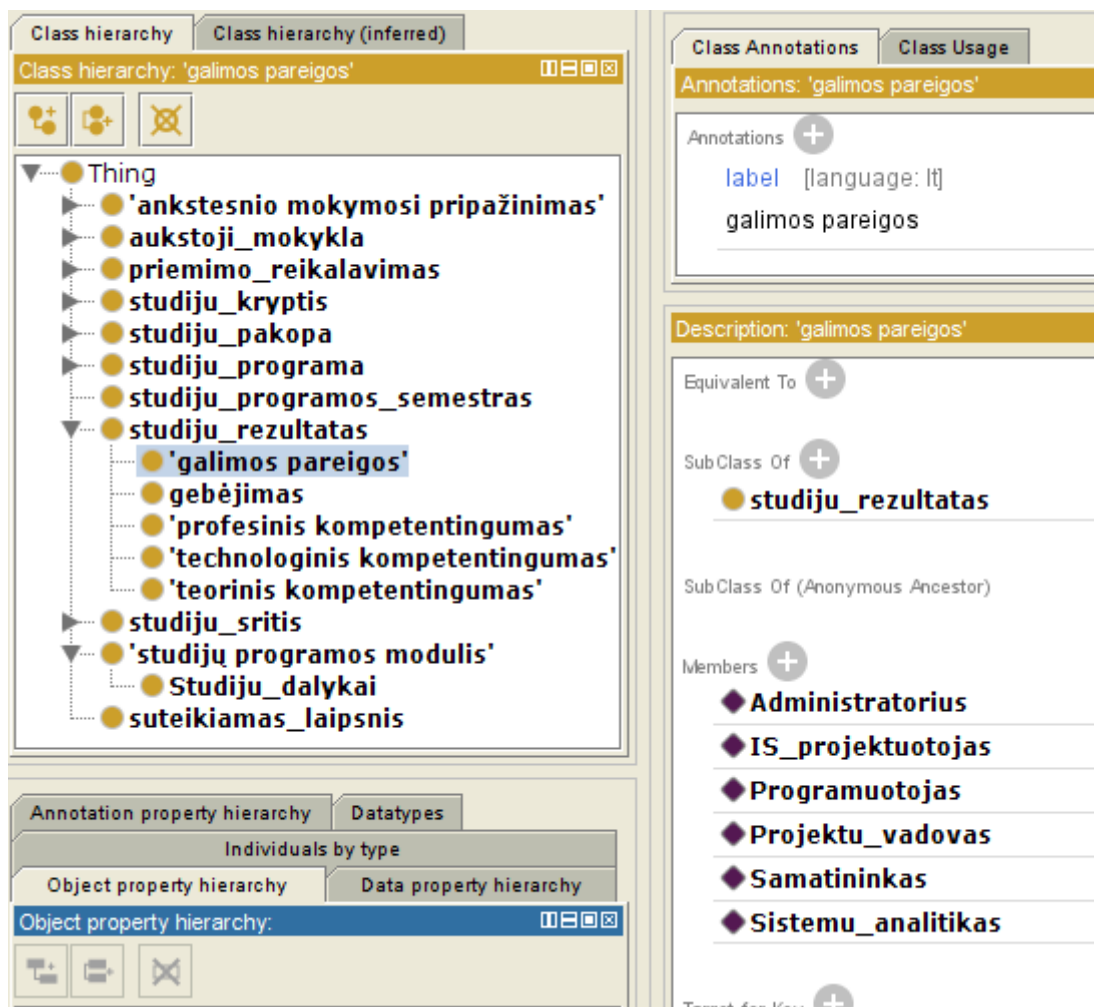
5.3 pav. Objektų tipo savybės kūrimas

Panašiu principu kuriamos ir duomenų tipų savybės. Pavyzdyje 5.4 **Error! Reference source not found.** pav. pateiktas duomenų tipo savybės „modulio_kodas“ apibrėžimas – savybė gali būti įgyta klasės „Studiju_dalykai“ ir turėti „string“ tipo reikšmę.



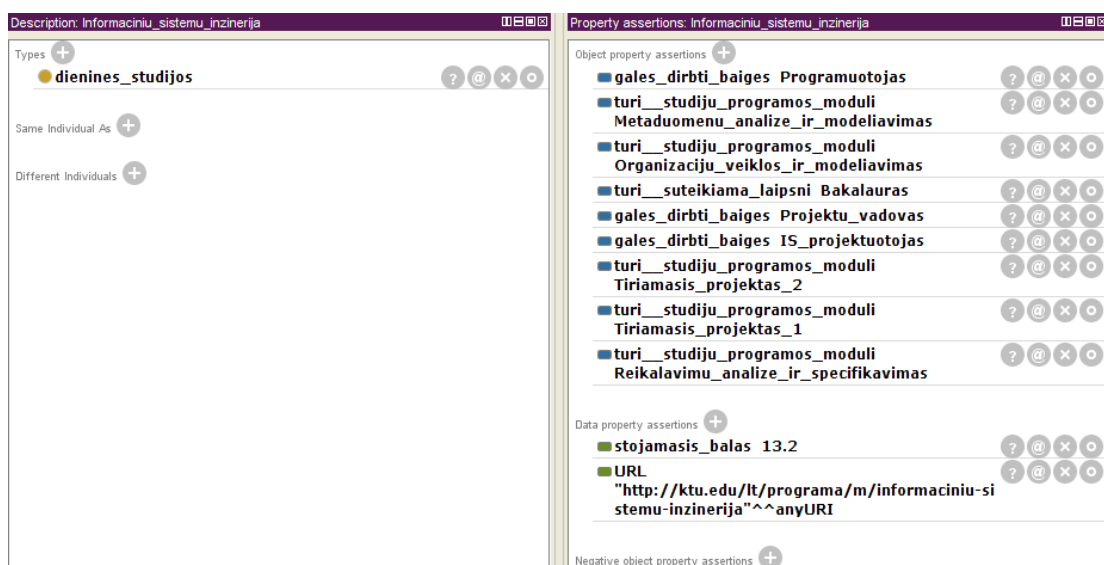
5.4 pav. Duomenų tipo savybių kūrimas

Kiekvienai iš ontologijų klasių sukuriami klasių individai 5.5 pav.



5.5 pav. Klasės „studiju_rezultatai“ poklasės „galimos_pareigos“ individai

Sukurtiems klasės individams reikia priskirti tiek objekto ir duomenų tipo savybes. Pagal priskirtas individui savybes ir ryšius yra vykdomą paiešką.



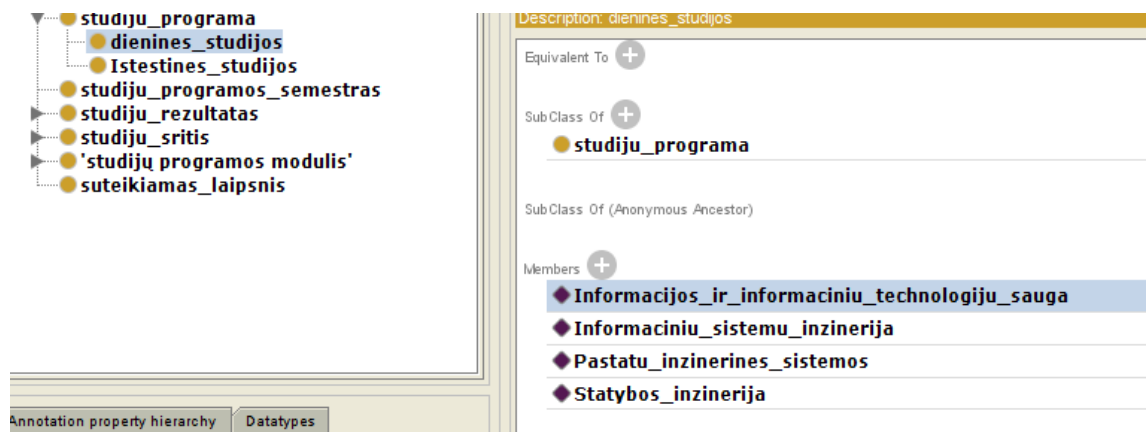
5.6 pav. Klasės „studiju_programa“ poklasei „dienines_studijos“ priskirti klasių egzemplioriai

Realizavus ontologija pateikiu ontologijos modelį. Ontologijos modelyje išskirtos visos pagrindinės ontologijos dalys ir kokia informacija galima saugoti ontologijoje. Sukurtos ontologijos kodo fragmentas pateikiamas kaip priedas (8.2 priedas)

5.1.3. Ontologijos tikrinimas

Šiame žingsnyje patikrinama, ar galima gauti atsakymus į kompetencijų klausimus. Pirmasis klausimas buvo „Koks būna konkursinis balas studijų programos X?“. Atsakymą į šį kompetencijos klausimą galime nesunkiai rasti pasirinkę norimo X studijų programą ir peržiūrėjus duomenų atributus.

Paveikslėlyje 5.8 pateiktas pavyzdys kaip *Protege* įrankyje gauname atsakymą į kompetencijos klausimą „Kokios yra studijų programos?“.



5.7 pav. Poklasei „dienines_studijos“ priskirti egzemplioriai

Norint rasti atsakymą reikia peržiūrėti visus egzempliorius ir tikrinti jų duomenų atributus. Norint greitai rasti atsakymą į šį ir kitus kompetencijų klausimus pereiname į kitą žingsnį – informacinės sistemos tikrinimą.

5.1.4. Ontologija grindžiamo paieškos informacinės sistemos tikrinimas

Informacinės sistemos nuo pat pradžių buvo realizuojamas taip, kad atsakytų į keliamus kompetencijų klausimus. Tai reiškia, kad uždavus naują kompetencijos klausimą, atsakymo į jį IS galime negauti, kadangi klausimas nebuvo numatytas ontologijos ir IS kūrimo metu.

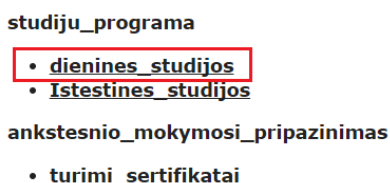
Realizuojant sistema buvo realizuotos du paieškos būdai:

- paieška navigavimo būdu
- paieška pagal išskeltus kompetencijų klausimus

Atsakykime į kompetencijų klausimą „Kokius dalykus studijuosiu studijų programoje X?“ Kaip X paimkime „Informacinių sistemų inžinerija“.

5.1.4.1. Ontologija grindžiama paieška navigavimo būdu

Ieškant navigavimo būdu visų pirma išskleidžiama ontologija ir pasirenkama reikalinga poklasė „dienines_studijos“, 5.9 paveikslėlis.



5.8 pav. Ontologijos poklasės pasirinkimas

Pasirinkus poklasę, atidaromas naujas langas kuriame pateikiami duomenys apie poklasę ir visi ontologijoje esantys egzemplioriai, tai yra studijų programos.

dienines_studijos ryšiai:

dienines_studijos atributai:

universitetas tipas: string

dienines_studijos priklauso:

- [Statybos_inzinerija](#)
- [Pastatu_inzinerines_sistemas](#)
- [Informaciniu_sistemu_inzinerija](#)
- [Informacijos_ir_informaciniu_tehnologiju_sauga](#)

5.9 pav. Ontologijos poklasės langas

Atsidariusiame lange pasirinkus norima poklasės egzempliorių, tame pačiame lange atsidaro egzemplioriaus visa informacija. Egzemplioriaus duomenyse galima pagal ryšį „*turi_studiju_programos_moduli*“ matyti modulius kurios studijuos. Paspaudus ant studijų programų modulio tame pačiame lange užkraunama informaciją apie modulį, langą pateikiama 5.10 paveikslėlyje.

The screenshot shows a web interface with a green header containing the text "Duomenys apie egzempliorių". The main content is divided into two columns. The left column contains the same information as Figure 5.9: "dienines_studijos ryšiai:", "dienines_studijos atributai:" (with "universitetas tipas: string" below it), and "dienines_studijos priklauso:" followed by a list of four categories. The right column, titled "Informaciniu_sistemu_inzinerija savybės:", lists three attributes: "mokymosi_trukme_metais : 2.0", "kaina_metams : 3219", and "stojamasis_balas : 13.2". Below these is a "Nuoroda :" section. The bottom part of the right column is titled "Informaciniu_sistemu_inzinerija ryšiai:" and contains a list of relationships, each starting with "turi_studiju_programos_moduli -->" followed by a blue hyperlink. A red box highlights the right column, and a red arrow points from the "Informaciniu_sistemu_inzinerija" link in the left column's list to the top of the red box.

5.10 pav. Ontologijos egzemplioriaus duomenų langas

Matome, kad esant daugiau ontologijos duomenų sunku atskirti reikalingus duomenis.

5.1.4.2. Ontologija grindžiama paieška klausimų būdu

Ontologija grindžiamos paieškos sistemoje suvesti klausimai pagal sudaryta kompetencija (5.11 pav.).

Pasirinkite klausima:

Kokia programa baiges galesiu dirbti? ▼

Pasirinkti

Koks minimalus konkursinis balas studiju programos?

Kokius modulius studijuosiu pagal studiju programa?

Ka galesiu dirbti baiges studiju programa?

Kokias studiju programas galima pasirinkti universitete?

Kokioje studiju programoje galima ismokti X dalyko?

Kokia programa baiges galesiu dirbti?

Kokioje programoje studijuosiu moduli?

5.11 pav. Studijų programų srities kompetencijos klausimai

Nuspaudus ant antologijos paieškos simbolio atsidaro paieškos langas (5.12 pav.)



Ontologijos

› University

› Informatikos_fk

› StudijuProgramuOntologija

5.12 pav. Ontologijos klausimų paieškos lango iškvietimas

Iškvietus paieškos langą, atsidaro naujas langas, kuriame galima pasirinkti norimą klausimą iš pagal kompetenciją sudarytų klausimų. Mūsų atveju, tai „Kokius modulius studijuosiu pagal studiju programą?“. Pasirinkus norimą klausimą, SPARQL užklausa atrenka rezultatus, pavyzdžiui, visas ontologijoje esančias studijų programas (5.13 paveikslas).

Pasirinkite studiju pakopa:

Magistro studijos ▼

Pasirinkite klausima:

Kokius modulius studijuosiu pagal studiju programa ▼

Pasirinkite:

Informaciniu_sistemu_inzinerija ▼

Pasirinkite

Technomatematika

Statybos_inzinerija

Silumos_inzinerija

Pastatu_inzinerines_sistemas

Informaciniu_sistemu_inzinerija

Informacijos_ir_informaciniu_tehnologiju_sauga

5.13 pav. Ontologijos klausimų paieškos langas

Pasirinkus norimą studijų programą ir nuspaudus mygtuką „Ieskoti“ sistema pateikia atsakymą į klausimą (5.14 paveikslas).

Pasirinkite studijų pakopą:

Pasirinkite klausimą:

Pasirinkite:

Informacinių sistemų inžinerija

- [Informacinių sistemų inžinerija](#)
- [IS projektų vadybos technologijos](#)
- [Magistro baigiamasis darbas](#)
- [Organizacijų veiklos ir modeliavimas](#)
- [Tiriamasis projektas 3](#)
- [Tiriamasis projektas 1](#)
- [Tiriamasis projektas 2](#)
- [Metaduomenų analize ir informacijos portalai](#)

5.14 pav. Ontologijos klausimų langas su pateiktu atsakymu

Pavyzdyje matome, kad dešinėje lango pateikti visi ontologijoje esantys moduliai, kurios reikės studijuoti pasirinkus X studijų programą. Nuspaudus ant norimo modulio, tame pačiame lange atsidaro informaciją apie pasirinktą modulį.

Patikrinus duomenis su ontologijoje esančia matome, kad sistema pateikia teisingus duomenis (5.15 paveikslas).

6 semestras

7 semestras

8 semestras

Administracijos

Bakalauras

Informacijos ir informacinių technologijų

Informacinių sistemų inžinerija

Informatikos inžinerija

IS projektuotojas

ISPI projektavimas

Kompiuterių tinklų sauga

Magistras

Matematika 1

Metaduomenų analize ir modeliavimas

Organizacijų veiklos ir modeliavimas

Pastatų inžinerinės sistemos

Programų sauga

Programų testavimo metodai

Programuotojas

Projektų vadovas

Reikalavimų analize ir specifikavimas

Samatininkas

Sistemų analitikas

Statybų inžinerija

Property assertions: Informacinių sistemų inžinerija

Object property assertions

- turi_studiju_programos_moduli Programu testavimo metodai
- gales_dirbti_baiges Programuotojas
- turi_studiju_programos_moduli Metaduomenų analize ir modeliavimas
- turi_studiju_programos_moduli Organizacijų veiklos ir modeliavimas
- turi_studiju_pakopa Magistras
- turi_studiju_programos_moduli Tiriamasis projektas 3
- gales_dirbti_baiges Projektų vadovas
- gales_dirbti_baiges IS projektuotojas
- turi_studiju_programos_moduli Tiriamasis projektas 2
- turi_studiju_programos_moduli Tiriamasis projektas 1
- turi_studiju_programos_moduli Reikalavimų analize ir specifikavimas

Ontologija IS

Informacinių sistemų inžinerija moduliai:

- [Reikalavimų analize ir specifikavimas](#)
- [Organizacijų veiklos ir modeliavimas](#)
- [Tiriamasis projektas 3](#)
- [Tiriamasis projektas 1](#)
- [Tiriamasis projektas 2](#)
- [Metaduomenų analize ir modeliavimas](#)
- [Programu testavimo metodai](#)

5.15 pav. Ontologijos duomenų palyginimas

Panaudodami sistema atsakykime į kita kompetencijų klausimą „Ką galėsiu dirbti pabaigęs studijų programą X?“ (5.16 paveikslas).

Pasirinkite studijų pakopą:

Pasirinkite klausimą:

Pasirinkite:

Informacinių sistemų inžinerija galimos pareigos:

- [Projektų vadovas](#)
- [Programuotojas](#)
- [IS projektuotojas](#)
- [Administratorius](#)

5.16 pav. Atsakymas į kompetencijos klausimą

Panaudodami sistema atsakykime į kita kompetencijos klausimą „Kokioje studijų programoje galima išmokti X dalyko?“ (5.17 pav.).

Pasirinkite studiju pakopa:

Pasirinkite klausima:

Pasirinkite:

Studiju programos:

- [Technomatematika](#)
- [Informaciniu sistemu inzinerija](#)

5.17 pav. Atsakymas į kompetencijos klausimą

Pasirinkus klausimą sistema atlieka paieška ontologijoje ir išrenka visas esamas gebėjimus ką galima išmolti ir jos pateikia sekančiame klausimo pasirinkimo langelyje. Pasirinkus norimą gebėjimą (kaip pavyzdyje matome pasirinkus „Taikyti IT technologijas sprendžiant kylančias problemas“) ir nuspaudus paieškos mygtuką paieškos sistema grindžiama ontologiją suranda visas studijų programas, kurios suteikia pasirinktą gebėjimą. (5.17 paveikslas).

Pasirinkus norimą studijų programa sistema pateikia duomenis apie studijų programa, tai yra nuoroda į pirminį šaltinį, ontologijoje suvestų semestrų ir modulių duomenys.

Savybės:

kaina_metams: 3219

mokymosi_trukme_metais: 2.0

universitetas: KTU

studiju_kryptis: Informatikos Inzinerija

stojamasis_balas: 13.2

[Saltinis](#)

Semestrai:

- [ISI I semestras](#)
- [ISI III semestras](#)
- [ISI IV semestras](#)
- [ISI II semestras](#)

Moduliai:

- [Informaciniu sistemu inzinerija](#)
- [IS projektu vadybos technologijos](#)

5.18 pav. Pasirinktos studijų programos duomenys

Duomenys gaunami vykdant *SPARQL* užklausas ir kelias skirtingas procedūras kurios pagal parametrus gražina norimą informaciją.

```

PREFIX owl: http://www.w3.org/2004/07/owl#
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX fn:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX optional:PREFIX
SELECT DISTINCT ?p ?o FROM <" + URI + "> WHERE {
optional:" + IndividName + "?p ?o .
?p rdf:type owl:ObjectProperty
?o optional:turi__studiju_programos_semestra optional: semestras
.}

```

Panaudodami realizuotą sistemą, atsakome į kompetencijos klausimą „Kokia studijų programa rinktis, norint dirbti X?“.

Pasirinkus norimą klausimą sistema atlieka paiešką ontologijoje ir grąžina visas esamas specialybes:

Pasirinkite studijų pakopą:
Bakalauro studijos ▼

Pasirinkite klausimą:
Kokia programa baigęs galesiu dirbti? ▼

Pasirinkite:
Administratorius ▼
Pasirinkite
Sistemu_analitikas
Samatininkas
Projektu_vadovas
Programuotojas
IS_projektuotojas
Administratorius

5.19 pav. Kompetencijos klausimo pateikimas

Pasirinkus norimą specialybę, sistema pateikia ontologijoje esančias studijų programas, kurios turi leidžia baigus dirbti pasirinkta specialybę.

Pasirinkite studijų pakopą:
Bakalauro studijos ▼

Pasirinkite klausimą:
Kokia programa baigęs galesiu dirbti? ▼

Pasirinkite:
Administratorius ▼
Ieskoti

Studijų programos:

- [Technomatematika](#)
- [Informatika](#)
- [Informaciniu sistemų inžinerija](#)
- [Informacinės sistemos](#)

5.20 pav. Atsakymas į pasirinktą kompetencijos klausimą

Matome, kad sistema grąžina skirtinguose specialybes iš skirtingų šaltinių, tai labai palengvina paiešką sistemos vartotojui. Studijų programos gali būti iš skirtingų universitetų, kolegijų, tai parodo sistemos pranašumą ir patogumą atliekant paiešką.

Pastaba: ontologijoje įvesta informacija išvedama teisingai, tačiau eksperimentinėje sistemoje kai kuri informacija buvo įvesta nesigilinant į jos teisingumą, tiesiog buvo siekiama užpildyti ontologiją, kad būtų duomenys susiję su kompetencijos klausimais.

5.2. Ontologija grindžiamos paieškos informacinės sistemos tyrimas atliekant vartotojų apklausą

Sukurtai sistemai įvertinti buvo atlikta Vainuto gimnazijos mokinių apklausa, kurioje buvo pateikti klausimai apie paieškos kokybę sukurtoje sistemoje ir naudojant kitus paieškos šaltinius.

Apklausiai buvo pateikti šie teiginiai ir paprašyta jų teisingumą įvertinti 5 balų sistemoje (1 - visiškai nepritariu, 5 - visiškai pritariu) (8.1 priedas):

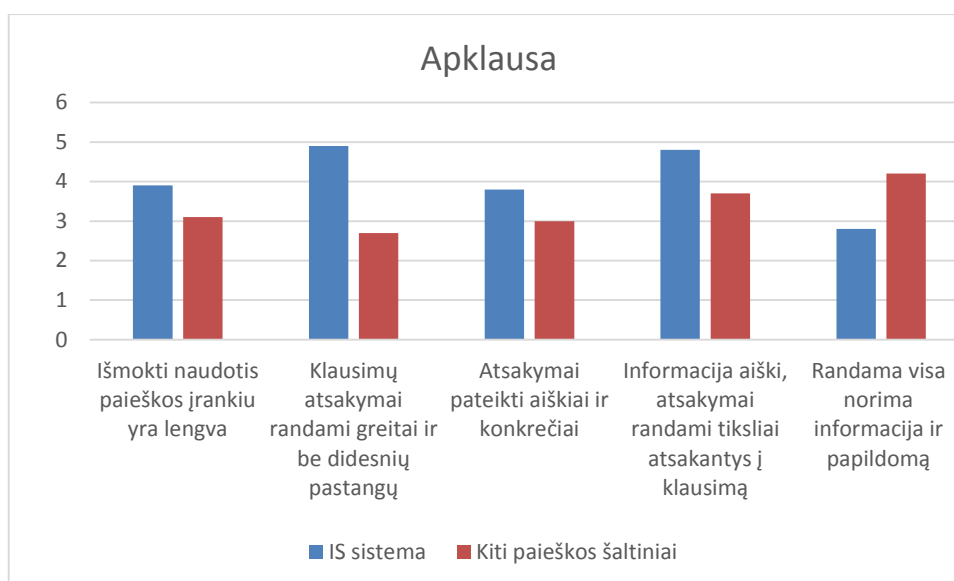
- Išmokti naudotis paieškos įrankiu yra lengva
- Klausimų atsakymai randami greitai ir be didesnių pastangų
- Atsakymai pateikti aiškiai ir konkrečiai
- Informacija aiški, atsakymai randami tiksliai atsakantys į klausimą

Apklausoje dalyvavo 32 gimnazistai ir atlikus apklausa ir apskaičiavus apklausos rezultatų vidurki duomenis pateikiu lentelėje (5.2 lentelė)

5.2 lentelė Tyrimo apklausos rezultatų vidurkiai

Teiginiai/šaltinis	Sukurta sistema	Kiti paieškos šaltiniai
Išmokti naudotis paieškos įrankiu yra lengva	3.9	3.1
Klausimų atsakymai randami greitai ir be didesnių pastangų	4.9	2.7
Atsakymai pateikti aiškiai ir konkrečiai	3.8	3.0
Informacija aiški, atsakymai randami tiksliai atsakantys į klausimą	4.8	3.7
Randama visa norima informacija ir papildomą	2.8	4.2

Apklausos duomenys pateikiami grafiškai 5.22 paveiksle.



5.21 pav. Tyrimo rezultatų diagrama

5.3. Eksperimento apibendrinimas

1. Eksperimento metu buvo sukurta tam tikros srities ontologija ir ji buvo panaudota išbandant eksperimento metu realizuotą paieškos sistemą.
2. Eksperimentinis sistemos tyrimas su sukurta ontologija, ieškant atsakymų į kompetencijos klausimus, parodė, kad paieškos sistema teisingai atsako į pateiktus kompetencijos klausimus ir randa informaciją iš daugelio šaltinių.
3. Atlikus apklausą, buvo nustatyta, kad taip struktūrizuota informacija, paieškai panaudojant ontologiją su joje įrašytų pirminių šaltinių nuorodomis yra patogi vartotojui, nes sistema pateikia rezultatus iš skirtingų šaltinių ir tai sutaupo vartotojo pastangas paieškai atlikti. Informacija greitai surandama, paieškos principus galima greitai perprasti.
4. Sistemos trūkumas – sunku užtikrinti ontologijų informacijos pilnumą, nes nuolat atsiranda nauji informacijos šaltiniai. Tačiau kai kuriose srityse, pavyzdžiui, studijų programų srityje, informacijos atnaujinimą galima užtikrinti organizacinėmis priemonėmis.

6. IŠVADOS

1. Atlikta esamų semantinių portalų kūrimo metodų analizė parodė, kad tokie portalai kuriami specialioms sritims, todėl kiekvienu atveju reikia individualaus sprendimo
2. Todėl buvo nuspręsta sukurti universalią interneto informacinę sistemą, kur būtų galima įkelti įvairių sričių ontologijas, aprašančias interneto svetainėse pateikiamus informacinius išteklius.
3. Suformuluoti reikalavimai šioms ontologijoms – jos turi būti kuriamos taip, kad leistų atsakyti į aktualius tos srities klausimus, jų elementai turi turėti nuorodas į aprašomų išteklių interneto svetainių adresus.
4. Realizacijai pasirinktas *Protégé* ontologijų kūrimo įrankis ir *JENA* karkasas, kadangi tai plačiausiai naudojami ir nuolat tobulinami įrankiai
5. Sprendimo privalumas yra tas, kad galima pasiekti duomenis iš skirtingų šaltinių ir pateikti juos vartotojui vienos paieškos sistemos sąsajoje, kas yra aktualu daugeliui naudotojų ir sistemų kūrėjų.
6. Sukurto informacinės sistemos su ontologija grindžiama paieška prototipo eksperimentinis tyrimas parodė, kad sukurtas sprendimas leidžia atlikti ontologija grindžiamą paiešką paskirstytuose informaciniuose ištekliuose ir buvo teigiamai įvertintas apklausos dalyvių.

7. LITERATŪRA

- [1] M. Horridge, „Protege4 OWL tutorial“.
- [2] O. Suominen, „Methods for Building“.
- [3] IJWesT, „International Journal of Web & Semantic Technology,“ 2011.
- [4] Exelead, „<http://www.exalead.com/search>,“ [Tinkle].
- [5] Oscar Corcho, Asuncio Gomez-Perez, „A Roadmap to Ontology Specification Languages,“ Madrid, 2012.
- [6] J. Bloch, Effective Java, 2008.
- [7] B. DuCharme, Learning SPARQL, 2011.
- [8] Natalya F. Noy; Deborah L. McGuinness, „A Guide to Creating Your first ontology,“ 2009.
- [9] B. Villazón-Terrazas, „R2RML and Direct Mapping Test Cases,“ 2012.
- [10] F. v. Harmelen, „OWL Web Ontology Language,“ 2004.
- [11] A. Gómez-Pérez, „ Overview of knowledge sharing and reuse components: ontologies and problem – solving methods.,“ 1999.
- [12] S. Redondo, „Searchenginejournal,“ [Tinkle]. Available: <http://www.searchenginejournal.com/seo-101-semantic-search-care/119760/>.
- [13] „Web_Ontology_Language,“ OWL, [Tinkle]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language.
- [14] D. Gašević, „Model Driven Engineering and Ontology Development“.
- [15] Yanhong, „Extracting Web Data Using Instance-Based learning,“ 2009.
- [16] Z. Zhang, „Transactions on Computer Research“.
- [17] T. Gruber, „A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition,“ 1993.
- [18] H. Michael, „Direct Mapping Test Cases“.
- [19] O. Noppens, „OWLlink“.
- [20] L. Lacy, „Language, Representing Information Using the Web Ontology,“ 2005.
- [21] M. Spanaki, „From ontology design to ontology implementation“.
- [22] V. Haarslev, „The RacerPro Knowledge Representation and Reasoning System“.
- [23] M. F. Lopez, „Development of ontology methods“.
- [24] E. Hyvonen, „Semantic Computing research“.
- [25] P. Wilton, „Sport Ontology“.
- [26] M. Gaurilčikas, „OWL 2 ontologijų taikymo interneto portaluose metodika“.

8. PRIEDAI

8.1. Priedas. Apklauso anketa

Anketa

Prašome nurodyti teiginių teisingumą nuo 1 iki 5

BALAI:	IS realizacija					Kiti paieškos būdai				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. Išmokti naudotis paieškos įrankiu yra lengva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Klausimų atsakymai randami greitai ir be didesnių pastangų	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Atsakymai pateikti aiškiai ir konkrečiai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Informacija aiški, atsakymai randami tiksliai atsakantys į klausimą	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Randama visa norima informacija ir papildoma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.1 pav. Apklauso anketa

8.2. Priedas. Sukurta studijų programų ontologijos fragmentas

```
<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2004/09/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
  <!ENTITY Studiju_programu_ontologija "http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija#"
]

<rdf:RDF xmlns="http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija#"
  xml:base="http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdfs-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/2001/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:Studiju_programu_ontologija="http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija#">
  <owl:Ontology rdf:about="http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija"/>

  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  //
  // Object Properties
  //
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->

  <!-- http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija#leidzia__uzimti_pareigas -->

  <owl:ObjectProperty
  rdf:about="&Studiju_programu_ontologija;leidzia__uzimti_pareigas">
    <rdfs:label xml:lang="lt">leidžia užimti pareigas</rdfs:label>
    <rdfs:range rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;galimos_pareigos"/>
```

```
    <owl:inverseOf
rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;pareigose__gales_dirbti_baiges"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;studiju_programa"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;suteikia__studiju_rezultatus"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
    <!--
http://isd.ktu.lt/Studiju_programu_ontologija#megstant_rekomenduojama__studiju_programa -->
```

```
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="&Studiju_programu_ontologija;megstant_rekomenduojama__studiju_programa">
    <rdfs:domain rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;dalykas"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&Studiju_programu_ontologija;studiju_programa"/>
    </owl:ObjectProperty>
```