

## VERSLO ŽODYNO TRANSFORMACIJOS Į OWL2 GALIMYBIŲ ANALIZĖ

Raimundas Savukynas<sup>1</sup>, Olegas Vasilecas<sup>2</sup>

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: <sup>1</sup>raimundas.savukynas@gmail.com; <sup>2</sup>olegas.vasilecas@vgtu.lt

**Santrauka.** Verslo informacinių sistemų ateities vizija priklauso nuo semantikos technologijų, kaip žiniatinklio ontologijos kalbos OWL2, kuri apibrėžia verslo konceptų reikšmę bei daro ją vienareikšmiškai suprantamą verslo ekspertams ir programinės įrangos sistemoms. Vis dėlto šių technologijų paplitimas yra apžvelgiamas daugiausia moksliniuose straipsniuose ir kai kuriose specialiose srityse, bet ne kasdieninėse verslo operacijose. To priežastis yra faktas, kad OWL2 kalba skirta informacinių technologijų ekspertams, bet ne verslo atstovams, kurie yra tikrieji verslo politikos ir taisyklių vadovai. Iš kitos pusės semantikos ir verslo žodynas SBVR yra vienas iš paskutinių OMG specifikacijų suteikiantis priemones verslo konceptų ir verslo taisyklių semantikos formuluočių aprašymams, kurių naudoja verslo atstovai. Šiuo metu mokslininkai savo darbus grindžia prielaidomis, kad formalios logika grindžiamos SBVR formuluotės yra transformuojamos į OWL2. Vis dėl to išsamius tyrimo, kaip šios transformacijos galėtų būti sukurtos vis dar trūksta. OWL2 suteikia naujas galimybes sujungti abu pasaulius. Šio straipsnio tikslas yra pristatyti transformavimo SBVR į OWL2 pagrindines sąvokas ir problemas praplečiant tiesiogiai susijusią informaciją iš originalios SBVR specifikacijos ir susijusių darbų.

**Reikšminiai žodžiai:** verslo žodyno ir verslo taisyklių semantikos standartas, žiniatinklio ontologijos kalba, transformacija, semantinės technologijos, SBVR, OWL2.

### Įvadas

Semantikos technologijos suteikia galimybę informacinėms sistemoms ir verslo srities ekspertams suprasti bei dalintis semantika realiu laiku, tokiu būdu parodant naujas informacijos apdorojimo galimybes. Šios technologijos taip pat leidžia pridėti naujus duomenų šaltinius ar sąsajas tarp taikomųjų programų taip pat lengvai, kaip ir nubrėžti naują ryšį modelyje. Dėja šios technologijos dar nėra iki galo išvystytos, kad galėtume pastebėti didelę jų reikšmę kasdieniniuose verslo procesuose. Viena iš problemų plėtojant semantikos technologijas yra tai, kad jos kuriamos naudojant daugumą sudėtingų įrankių ir formalių specifikavimo kalbų, kaip žiniatinklio ontologijos kalba (OWL, angl. *Ontology Web Language*), kuri yra nesuprantama verslo srities atstovams. Dėl to ontologijos kūrimas yra viena iš pagrindinių informacinių sistemų darbuotojų atsakomybių (Vyšniauskas *et al.* 2009).

Objektų valdymo grupė (OMG, angl. *Object Management Group*) yra mokslinis konsorciumas, kurio pradinis tikslas buvo objektinių metodų standartizavimas, sukūrė verslo žodyno ir verslo taisyklių semantikos standartą (SBVR, angl. *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules*), kuris suteikia galimybes aprašyti verslo konceptus ir verslo taisykles naudojant ribotą natūralią kalbą (CNL, angl. *Controlled Natural Language*), kuri vienareikšmiškai yra suprantama verslo srities atstovams. Kita vertus dėl šiam tikslui vartojamos natūralios

kalbos ypatumų informacinių sistemų darbuotojui sunku patikrinti ar verslo srities atstovo pateikta probleminės srities informacija yra išsami ir teisinga. Padėti jiems susikalbėti gali verslo taisyklių specifikavimo kalba, kuri išreiškiama natūraliajai kalbai artimais sakiniais ir tuo pačiu yra formali, kad būtų lengviau keistis informacija.

Verslo taisyklės aprašytos pagal SBVR standartą, gali būti išreiškiamos daugelyje kalbų. SBVR yra grindžiamas formalia logika ir gali būti pritaikytas kompiuteriniam apdorojimui, bet negali būti tiesiogiai naudojamas semantikos technologijose, nes jos turi savas kalbas. Dabartinė ontologijų kalba OWL2 ir žiniatinklio metaduomenims vaizduoti semantiniame tinkle skirta išteklių aprašymo sistema (RDF, angl. *Resource Description Framework*) yra W3C konsorciumo šeimos specifikacijos, kurios buvo sukurtos išspręsti semantinio tinklo problemas. Galimybė transformuoti SBVR į OWL2 leistų verslo srities atstovams aprašyti ontologijas naudojant kalbą panašią į jų verslo veiklą. Tai leistų užtikrinti įmonės verslo žodyno ir verslo taisyklių darną, naudojant OWL2 pagrindus bei pasiekti kitus pranašumus.

Šiuo metu mokslininkai daugelyje savo darbų teigia, kad formali logika grindžiama SBVR formuluotėmis yra transformuojama į OWL, tačiau išsamiai ištirta, kaip šios transformacijos galėtų būti sukurtos vis dar trūksta. SBVR konstrukcijos nėra lengvai susiejamos su OWL ir šiuo metu esantys darbai parodo, kad OWL2 suteikia daugiau galimybių sujungiant skirtingus informacinių sistemų ir verslo srities pasaulius (Karpovič *et al.* 2011).

## Susijusių darbų analizė

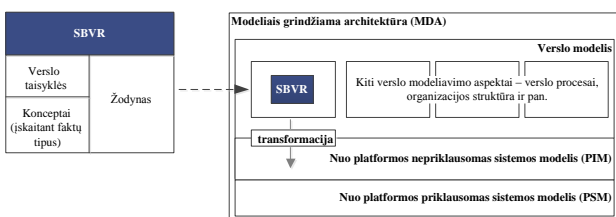
Pasaulyje yra atlikta dauguma mokslinių tyrimų ir vystymo darbų susijusių su verslo žodyno transformavimu ir ontologijų taikymu. OMG organizacija skiria didžiulį dėmesį tyrimams šioje srityje, o taip pat tarptautinėse informacijos ir programinės įrangos technologijų konferencijose ši tema kiekvienais metais užima svarbią vietą. Mokslo tiriamieji darbai parodė, kad transformacija SBVR į OWL2 yra galima ir galėtų turėti platų pritaikymą, tačiau šiuo metu yra kuriama (OMG 2008).

Viziją užpildyti tarp tarp semantikos technologijų ir verslo srities atstovų galima panaudojant CNL ir tuomet ją transformuoti į semantinio žiniatinklio kalbą. Bandant kurti tokią kalbą yra du vienas kitam prieštaraujantys reikalavimai, kurių vienas reikalauja OWL laikyti natūralios kalbos formoje, o kitas atlikti nesudėtingus apskaitimus į ir iš OWL. Skirtingos mokslininkų grupės kuria savo kalbas, tačiau nė viena iš jų nėra plačiai pripažinta. Kai kurios ribotos natūralios kalbos tinkančios semantikos technologijoms (Demuth *et al.* 2009):

- ACE (angl. *Attemptto Controlled English*);
- SOS (angl. *Sydney OWL Syntax*);
- OSR (angl. *Ordnance Survey Rabbit*);

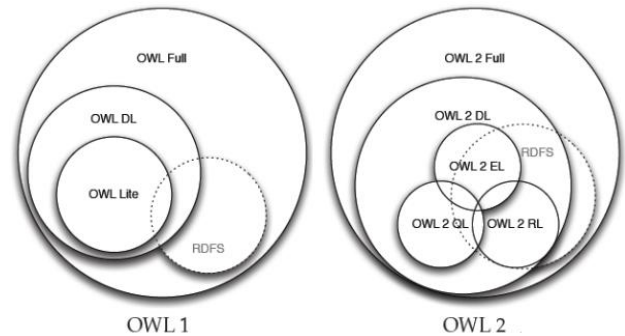
Visos paminėtos kalbos yra grindžiamos logika t. y. turi formalią sintaksę ir semantiką, tačiau standartu niekada nebuvo priimtos. Jos buvo tiriamos su tikslu panaudoti transformacijoms iš CNL į OWL, tačiau atliktų tyrimų pabaigoje nuspręsta, kad nė viena iš kalbų nėra tinkama semantikos vaizdavimui. Didžiausia visų tirtų kalbų problema yra matematinių ribojimų tokių, kaip tranzityvumas pateikimas (Spreeuwenberg *et al.* 2009).

2008 m. išleistas verslo žodyno ir verslo taisyklių semantikos standartas (SBVR) padarė didelę įtaką verslo taisyklėms. Šis standartas yra OMG specifikacija, kuri išreiškia verslo žinias verslo srities atstovams suprantama kalba ir leidžia užrašyti jas notacija, nereikalaujančia specialių IT žinių. SBVR verslo konceptai ir verslo taisyklės vaizduojamos terminais, vardais, veiksmažodžiais, apibrėžimais ir teiginiais, o jų semantika išreiškiama konceptais, faktų tipais ir loginėmis formulėmis. SBVR yra integruotas su OMG modeliais grindžiama architektūra MDA (1 pav.).



1 pav. SBVR vieta modeliais grindžiamoje architektūroje MDA

Šiuo metu populiariausia ontologijos kalba yra OWL2, kuri yra vieningas žinių apie tai, kas egzistuoja realiaame pasaulyje, pateikimo internete standartas (2 pav.). Ankstesnė OWL1 kalba apėmė tris poaibius su skirtingais išraiškų lygiais: OWL Lite, OWL DL ir OWL Full (Guizzardi *et al.* 2008).



2 pav. Ontologijų kalbų OWL1 ir OWL2 palyginimas

OWL Lite yra naudojamas tokioms reikmėms, kaip klasifikavimo hierarchijos ir paprasti apibrėžimai. Nors jis palaiko kardinalumo ribojimus, bet suteikia jiems 0 arba 1 reikšmę. Dėl to su OWL Lite yra lengviau kurti lanksčius įrankius, nei su kitais ir jis turi mažesnę formalų sudėtingumą.

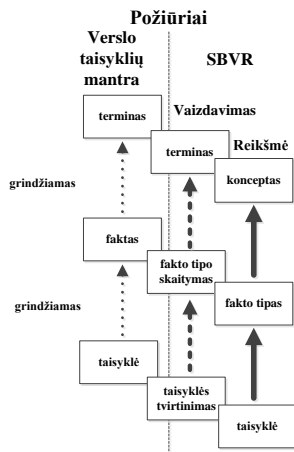
OWL DL suteikia maksimalų ekspresyvumą, išlaikant skaičiavimų ir sprendimo išbaigtumą. Jame gali būti naudojami visi OWL dariniai, tačiau juos galima naudoti tik su kai kuriais ribojimais. OWL DL pavadinimas išplaukia iš jo suderinamumo su aprašomąja logika (angl. *description logics*), kuri yra mokslinių tyrimų sritis, tirianti konkrečias pirminės logikos sprendimų ištraukas. OWL DL sukurtas sustiprinti egzistuojančią verslo dalies aprašomąją logiką ir turėti plačias skaičiavimo galimybes samprotaujančioms sistemoms.

OWL Full daugiausia išplėtotas ir turintis geriausias žinių išraiškos priemones, tačiau nesuteikia garantijų dėl skaičiavimų išbaigtumo. Jis leidžia ontologijai papildyti iš anksto apibrėžto (RDF arba OWL) žodyno reikšmę. Neįtikėtina ar galėtų, kuri nors samprotaujanti programinė įranga palaikyti kiekvieną OWL Full savybę (Ceravolo *et al.* 2007).

Atlikus OWL poaibių analizę nustatyta, kad kiekvienas iš šių poaibių yra ankstesnio plėtinys ir paprastesniame aprašyta ontologija, taip pat bus suprantama sudėtingesniame, o OWL DL yra tinkamiausias automatinėms transformacijoms atlikti. OWL yra tinkama mašiniam apdorojimui, bet ši kalba nėra labai patogi, kuomet reikia modeliuoti natūralios kalbos konstrukcijas, kurias turi naujasis OWL2 standartas daugiau tinkamas SBVR konceptams apimti (Marinos *et al.* 2009).

### Pagrindinės SBVR sąvokos

SBVR semantiniu lygiu realizuoja esminį verslo taisyklių požiūrio principą, taip vadinamą verslo taisyklių mantrą (3 pav.), kurią apibrėžė verslo taisyklių grupė (BRG, angl. *Business Rules Group*) 1995 m. Šį principą galima išreikšti: „verslo taisyklės remiasi faktais, o faktai remiasi terminais“. Tai reiškia, kad norint apibrėžti verslo taisyklės, reikia apibrėžti faktų tipus, o norint apibrėžti faktų tipus, reikia apibrėžti terminus (Skersys 2008).



3 pav. Verslo taisyklių mantra

Pagrindiniai SBVR specifikacijų elementai:

- daiktavardžiai, kurie gali būti terminai, reiškiantys objektų tipus arba bendrinius konceptus ir vaidmenis, o taip pat tikriniai daiktavardžiai – vardai, reiškiantys individualius konceptus;
- faktų simboliai (veiksmažodžiai), kurie reiškia faktų tipus, t. y. ryšius tarp dviejų ar daugiau daiktavardinių konceptų;
- verslo taisyklės, kurios apibrėžiamos kaip „taisyklės, kurios priklauso verslo jurisdikcijai“ ir užrašomos sakiniiais, kurių prasmė formuluojama, kaip loginės formulės.

SBVR saugo verslo žinias žodynuose. Verslo žodynas apima visus specializuotus terminus, vardus, faktų simbolius ir apibrėžimus, kuriuos tam tikra organizacija ar bendruomenė vartoja savo versle. Verslo taisyklių žodynas remiasi verslo žodynu ir apibrėžia verslo taisyklės ir jų prasmę (Nemuraitė *et al.* 2010).

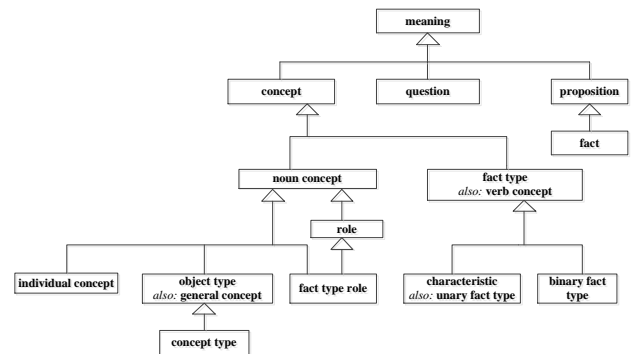
Verslo žodyną ir verslo taisyklių užrašymas nėra paprastas. Nėra lengva suformuluoti išsamius ir suderintus verslo konceptų, apibrėžimų ir teiginių rinkinius. Be to, SBVR specifikacijos yra deklaratyvaus pobūdžio ir jos apibrėžia tik verslo ribojimus. Šie ribojimai taikomi verslo konceptų struktūroms ir veiksmams, bet netaikomi šių veiksmų valdymo sekoms, t. y. verslo procesams.

Bet kokie verslo konceptai ir taisyklės specifikuojamos SBVR, gali būti užrašytos keturiais šriftų stiliais pateiktais 1 lentelėje.

1 lentelė. SBVR šriftų stiliai

Stilius	Aprašymas
<u>term</u>	Terminų stilius „ <u>term</u> “ skirtas vaizduoti objektų tipus (angl. <i>object types</i> arba <i>general concepts</i> ) ir vaidmenis (angl. <i>roles</i> ). Terminai užrašomi vienaskaita mažosiomis raidėmis.
<u>Name</u>	Vardų stilius „ <u>Name</u> “ skirtas vaizduoti individualius konceptus, kurie paprastai yra tikriniai daiktavardžiai. Viena iš išimčių – skaičių reikšmės, kurios taip pat vaizduojamos šiuo stiliumi.
<i>verb</i>	Faktų simbolių stilius „ <i>verb</i> “ vaizduoja veiksmažodį, prielinksnį arba jų kombinaciją. Veiksmažodžiai rašomi vienaskaita, aktyvia ar pasyvia formomis, kurios dažnai būna viena kitos sinonimai.
<b>keyword</b>	Raktinių žodžių „ <b>keyword</b> “ stilius vaizduoja lingvistinius simbolius, kurie padeda konstruoti sakinius ir apibrėžimus.

SBVR metamodelio savitumas yra aiški reikšmės, vaizdavimo ir simbolizavimo atskirtis, kur ta pati reikšmė gali turėti daugelį vaizdavimų, o ta pati išraiška reikšti skirtingas reikšmes (4 pav.).

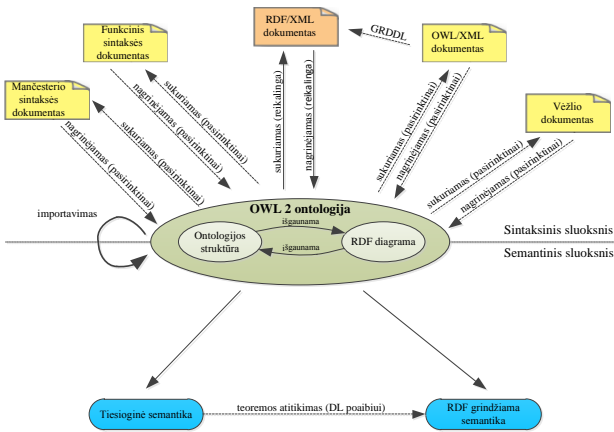


4 pav. SBVR metamodelio reikšmių potipiai

SBVR metamodelio reikšmių potipiai yra konceptai (objektų tipai, individualūs konceptai, faktų tipai, vaidmenys), klausimai ir pasiūlymai. Reikšmė atitinka objektą, kuris suprantamas, kaip „kažkas suvokiamo arba įmanomo“ ir kiekvienas kitas konceptas netiesiogiai apibrėžia „daiktas“ konceptą. SBVR specifikacija siūlo derinti, kai kuriuos pagrindinius SBVR konceptus prie OWL2, bet šis sąrašas nėra galutinis. OWL2 tiesiogiai apima tik dalį SBVR, kaip galimybę pateikti taisyklės žiniatinklio ontologijos kalba, kuri yra ribota (Cabot *et al.* 2008).

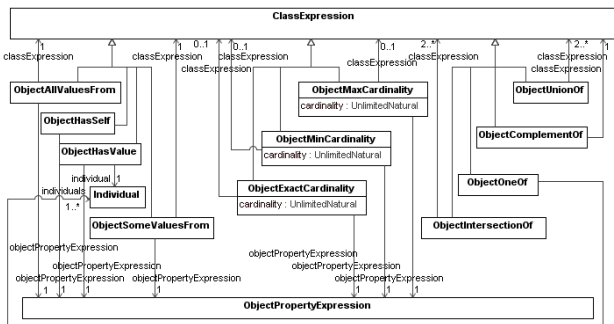
## Pagrindinės OWL2 sąvokos

OWL2 yra viena iš šeimos kalbų ontologijoms sukurti. Jos struktūra pavaizduota (5 pav.), kur parodytos pagrindinės sudedamosios dalys ir kaip jos tarpusavyje susijusios. Centre esanti elipsė vaizduoja abstrakčią ontologijos struktūrą, kuri gali būti suvokiama, kaip teorinė sąvoka RDF diagramoje. Viršuje yra daugelis įvairių sintaksių, kurios gali būti naudojamos išdėstyti ir apsiekti ontologijomis. Apačioje yra dvi semantinės specifikacijos, kurios apibrėžia OWL2 ontologijų reikšmes (Čeponienė *et al.* 2009).



5 pav. OWL2 struktūra

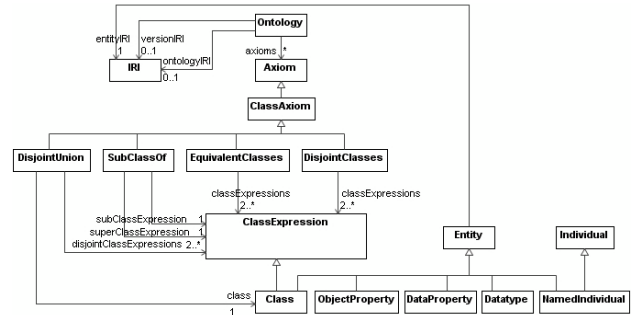
OWL2 ontologija susideda iš aksiomų, kur pagrindiniai metamodelio konceptai yra klasės, priklausančios *ClassExpression* poklasėms (6 pav.).



6 pav. *ClassExpressions* poklasės OWL2 metamodelyje

OWL2 ontologija yra formalus reikšmių srities aprašas, kuris susideda iš trijų sintaksės poklasių (7 pav.):

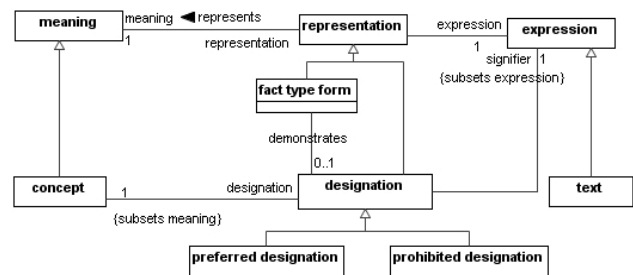
- esybės, kaip esančios klasės, savybės ir asmenys, kurie nustatomi pagal internacionalizuotą išteklių identifikatorių (angl. *IRI*);
- išraiškos, kurios vaizduoja sudėtingas sąvokas aprašytoje srityje;
- aksiomos, kurios yra patvirtinimo sakiniai aprašytoje srityje.



7 pav. Poklasės OWL2metamodelyje

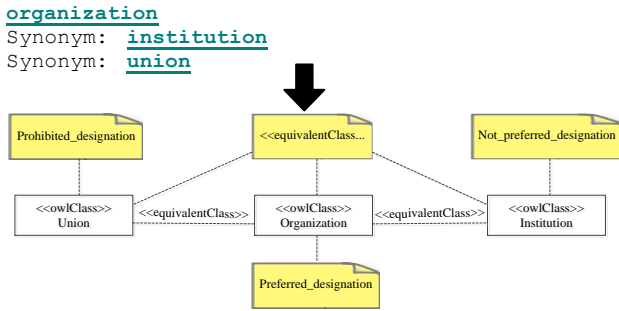
## Pagrindinių SBVR sąvokų į OWL2 transformacija

*SBVR objekto tipas* yra daiktavardinis konceptas, kuris klasifikuoja daiktus pagal jų bendras savybes. Jis atitinka OWL2 klasę, kuri gali būti suvokiama, kaip individų rinkinys. SBVR reikšmė gali turėti daugelį vaizdavimų (8 pav.), kurie laikomi sinonimais daiktavardiniam konceptams ir sinoniminėmis formomis faktų tipams. Tai priešingybė OWL2, kur reikšmė ir vaizdavimas yra neatskirti. SBVR metamodelis neturi jokių tikslų elementų sinonimams ir jų formoms, bet abu yra suprantami pagal daugelį tos pačios reikšmės vaizdavimų. SBVR verslo žodyno elementas pateikia pirminį reikšmės vaizdavimą, kuris taip pat yra privilegijuotas pavadinimas. Papildomai reikšmė gali uždrausti arba neprivilegiuoti pavadinimų, kurie yra įtraukti į žodyno elementą, kaip sinonimai arba jų formos. Jeigu žodyno elementas yra neprivilegiuotu pavadinimu, tuomet privilegijuotas pavadinimas yra nurodomas po antrašte (Šukys *et al.* 2011).



8 pav. SBVR reikšmės vaizdavimas

SBVR objekto tipas turi vieną galimą transformuoti pavadinimą į OWL2 klasę ir išraiškos reikšmę, kurios tuo pačiu gali būti transformuojamos į *IRI* klasę. Priešingu atveju SBVR objekto tipas transformuojamas į keletą klasių – sinonimų, kurie yra apibrėžti pagal OWL *EquivalentClasses* aksiomą. Sukurta OWL2 klasė kiekvienam sinoniminiam daiktavardiniam konceptui ir klasių išraiškų ribojimu su *EquivalentClasses* aksioma, kur *CEI* klasė atitinkanti pageidautinam pavadinimui yra papildyta pastaba „*Preferred\_designation*“ (9 pav.).

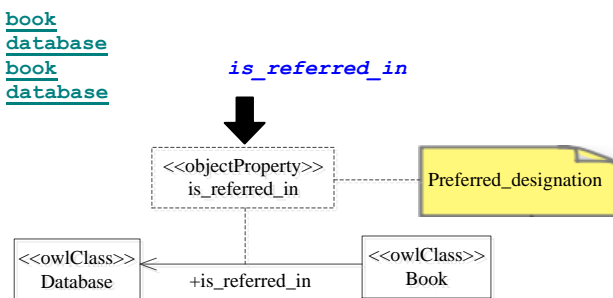


9 pav. Sinonimų iš SBVR į OWL2 transformavimas

OWL2 neišskiria privilegijuotų pavadinimų tarp sinonimų, todėl ši galimybė yra svarbi pereinant iš ontologijos, SBVR žodynų ir taisyklių link programinės įrangos naudojimo verslo aplinkoje. Tikslinga būtų papildyti klases *CEi* draudžiamais arba neprivilėgiuotais pavadinimais su komentarais “*Prohibited\_designation*” arba “*Not\_preferred\_designation*”. SBVR apibrėžtis, pagrindinis konceptas, koncepto tipas ir kiti SBVR žodyno elementai yra transformuojami į OWL2 konceptus susijusius su klase pateikiama, kaip *Preferred\_designation*. Faktų tipai ir verslo taisyklių formuluotės gali būti transformuojamos į OWL2 konceptus susijusius su draudžiamomis arba neprivilėgiuotomis klasėmis, kurios vaizduoja tam tikrus sinonimus.

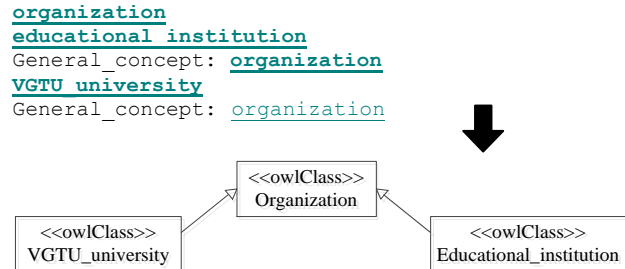
*SBVR fakto tipas* yra konceptas, kuris nurodo ryšio tipą tarp daiktavardinių konceptų arba jų charakteristikų. Faktų tipai apibrėžiami remiantis objektų tipais ar individualiais esančiais žodyne. Jie skirstomi į asociacijos, kompozicijos, kategorizavimo faktų tipus ir charakteristikas.

Asociacijos faktų apibrėžia du ar daugiau specifinių vaidmenų, kuriuos atlieka ryšyje dalyvaujantys objektų tipai. Paprastai šiuos vaidmenis atlieka skirtingi objektų tipai. Asociacijos fakto tipas turintis du vaidmenis yra transformuojamas į OWL2 *ObjectProperty* (10 pav.), kur pirmas fakto tipo vaidmuo yra transformuojamas į srities klases ir kitas fakto tipo vaidmuo į klasių grupę atitinkančią *ObjectProperty*. Privilegijuoto pavadinimo fakto simbolis esantis fakto tipo formos yra transformuojamas į IRI OWL2 *ObjectProperty* (Trinkūnas et al. 2009).



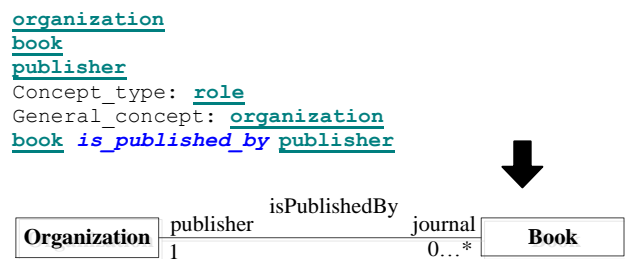
10 pav. SBVR asociacijos fakto tipo į OWL2 transformavimas

*Kategorizavimo fakto tipas* vaizduoja ryšį tarp specialaus ir bendresnio koncepto. Specialus konceptas yra laikomas bendresnio kategorija. SBVR kategorizavimo fakto tipas gali būti transformuojamas į OWL2 konceptą *SubClassOf* (11 pav.).



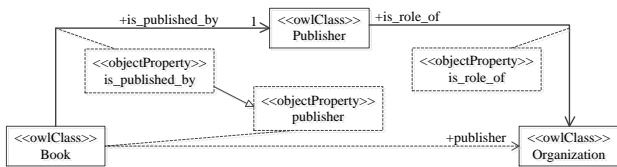
11 pav. Kategorizavimo fakto tipo transformacija į OWL2

*Fakto tipo vaidmuo* yra daiktavardinis konceptas, kuris atitinka daiktus, paremtus jų dalyvavimu, funkcijos vykdymu ar taikymu tam tikroje situacijoje. Aukščiau pavaizduotame paveikslėlyje yra pateiktas SBVR fakto tipo vaidmuo atitinkantis objekto tipui. Dažniausiai fakto tipo vaidmenys yra atskiri konceptų tipai. Vaizduoti SBVR fakto tipo vaidmenis OWL2 yra nepatogu, nes ontologijos vaidmenys greičiau reiškia SBVR asociacijos fakto tipus, nei SBVR fakto tipo vaidmenis. Pavyzdžiui, suformulavę faktą “A book REXX is published by publisher VGTV” turime faktus “REXX is book”, “VGTV is organization” SBVR žodyne arba UML diagramoje, bet nėra taip lengva į OWL2 (12 pav.).



12 pav. Vaidmens „publisher“ vaizdavimas SBVR ir UML

Vaizduoti faktų tipo vaidmenį OWL klase *CEI* esančią OWL2 klasės *CE2* poklasėje, nėra pats geriausias sprendimas. Šią problemą galima išspręsti naudojant OWL2 *SubObjectPropertyOf* ir *ObjectPropertyChain*. *SubObjectPropertyOf(ObjectPropertyChain(OPE1...OPEN) OPE)* aksioma teigianti, kad individas *x* yra sujungtas pagal objekto išraiškų savybes *OPE1*,...,*OPEN* su induvidu *y*, tuomet *x* yra taip pat sujungtas su *y* pagal objekto savybių išraišką *OPE*. Vaizduojant vaidmenį “publisher” privalu transformuoti pateiktą SBVR žodyną (12 pav.) į OWL2 ontologiją (13 pav.).



13 pav. Kategorizavimo fakto tipo transformacija į OWL2

Apibrėžiant atskiru atveju “VGTU”, kaip “Organization” tipą, “REXX”, kaip “Book” tipą ir objekto savybę “REXX is published by VGTU”, ontologija pagrįstai įgauna objekto savybes “publisher” tarp REXX ir VGTU. Vis dėlto teigiama REXX savybė “publisher VGTU” nedera su OWL2 stiliumi.

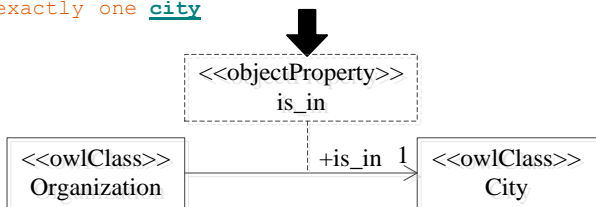
SBVR kvantorius yra loginė formuluotė naudojanti kintamuosius, koncepto sričiai apibrėžti. Beveik visi SBVR kvantoriai gali būti tiesiogiai transformuojami į OWL ribojimus (Linehan 2007).

Universalus kvantorius  $\forall x$  reiškia, kad reikšmė suformuluota pagal loginę formuluotę  $x$ , kiekvienu atskiru atveju yra teisinga. Jis gali būti transformuojamas į OWL2 ribojimą *owl:allValuesFrom*.

Egzistencinis kvantorius  $\exists x$  reiškia, kad yra bent vienas  $x$ , todėl tai yra kvantoriaus “at-least- $n$ ” tam tikras faktas, kur  $n=1$ . Šis kvantorius gali būti transformuojamas į OWL2 ribojimą *owl:minCardinality*. Kita galimybė yra paversti egzistuojantį kvantorių į ribojimą *owl:someValuesFrom*. Abu šie atvejai loginio požiūrio aspektu yra teisingi.

Kvantorius “exactly- $n$  quantification”  $\exists^n x$  gali būti transformuojamas į OWL2 ribojimą *owl:cardinality*, o “exactly-one quantification” kvantorius  $\exists^1 x$  yra exactly- $n$  quantification tam tikras faktas, kur  $n=1$  (14 pav.). Kitaip jis gali būti vaizduojamas *FunctionalObjectProperty* arba *FunctionalDataProperty* aksiomomis.

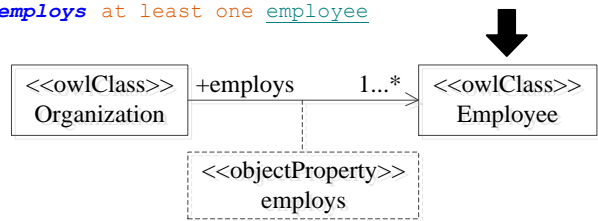
organization  
city  
organization is in city  
It is necessary that the organization is in exactly one city



14 pav. SBVR kvantoriaus “exactly- $n$  quantification” transformacija į OWL2

Kvantorius “at-least- $n$  quantification”  $\exists^n x$ , kur  $n=1, 2, 3, \dots (n \geq 1)$  reiškia, kad yra bent  $n$  objektų ar savybių pažymėtų, kaip  $x$ . Jis gali būti išreikštas, kaip pagrindinis OWL2 ribojimas *owl:minCardinality* (15 pav.).

organization employee  
organization employs employee  
It is necessary that the organization employs at least one employee



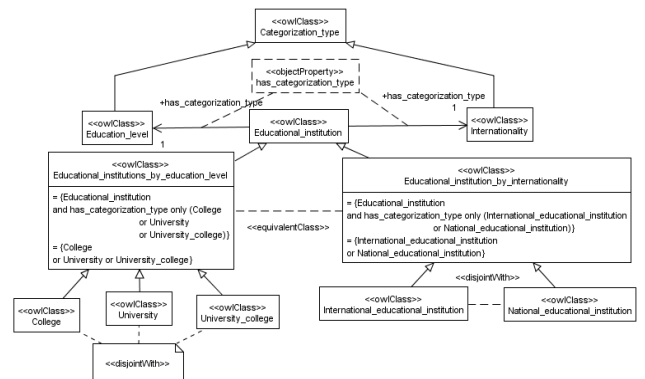
15 pav. SBVR kvantoriaus “at-least- $n$  quantification” transformacija į OWL2

Kvantorius “at-most- $n$  quantification”  $\exists^{0..n} x$ , kur  $n=1, 2, 3, \dots (n \geq 1)$  apriboja maksimalų skaičių atvejų arba savybių, todėl jis gali būti transformuojamas į OWL2 ribojimą *owl:maxCardinality*.

Kvantorius “at-most-one quantification”  $\exists^{0..1} x$  yra tam tikras “at-most- $n$  quantification” kvantoriaus faktas (poklasė), kur  $n=1$ , todėl jis pateikiamas, kaip ribojimas *owl:maxCardinality*.

Praktikoje objektų tipai dažnai turi keletą apibendrinimo hierarchijų grindžiamų skirtingais kriterijais. SBVR šie apibendrinimo rinkiniai yra vaizduojami kategorizavimo schemomis ir segmentacijomis (16 pav.).

educational institution  
education level  
Concept\_type: categorization type  
Necessity: is\_for general concept educational institution  
Educational institutions by education level  
Necessity: segmentation for general concept educational institution that subdivides educational institution by education level university college  
General\_concept: educational institution  
Necessity: is\_included\_in Educational institutions by education level college  
General\_concept: educational institution  
Necessity: is\_included\_in Educational institutions by education level university college  
General\_concept: educational institution  
Necessity: is\_included\_in Educational institutions by education level



16 pav. SBVR segmentacijų transformacija į OWL2

## Išvados

1. Verslo žodyno ir verslo taisyklių semantikos standartas yra labiausiai tinkamas semantikos vaizdavimui, kuris gali naudoti struktūrizuotą anglų kalbą arba kitą ribotą natūralią kalbą ontologijos vystymui.

2. Susijusių darbų analizė parodė, kad nors verslo žodyno į OWL2 transformacija laikoma paprasta, tačiau tai yra tik su pagrindiniais konceptų tipais, kur net ir čia nėra atlikti iki galo išsamūs tyrimai.

3. Verslo žodynas yra suderinamas su OWL, tačiau šiuo metu nėra metodo arba įrankio atlikti jo transformacijas į OWL, kuri dabar atnaujinta į OWL2, kas suteikia daugiau galimybių verslo srities semantikai išreikšti.

## Literatūra

- Cabot, J.; Pau, R.; Raventos, R. From UML/OCL to SBVR specifications: A challenging transformation. *Information Systems*, 2008, 1–24.
- Ceravolo, P.; Fugazza, C.; Leida, M. Modeling Semantics of Business Rules, in *Digital EcoSystems Conference*, 2007. Inaugural IEEE-IES, February 21–23, 2007, 171–176.
- Čeponienė, L.; Nemuraitė, L.; Vedrickas, G. Semantic business rules in service oriented development of information systems, in *Information Technologies 2009: proceedings of the 15th International Conference on Information and Software Technologies, IT 2009*, Kaunas, Lithuania, April 23-24, 2009, 404–416.
- Demuth, B.; Liebau, H. B. An Approach for Bridging the Gap Between Business Rules and the Semantic Web, in *Advances in Rule Interchange and Applications, LNCS*, vol. 4824, 2009, 119–133.
- Guizzardi, G.; Wagner, G. What's in a Relationship: An Ontological Analysis, in *Conceptual Modeling – ER 2008, LNCS*, vol. 5231, 2008, 83–97.
- Karpovič, J.; Nemuraitė, L. Transforming SBVR Business Semantics into Web Ontology Language OWL2: Main Concepts, in *Information Technologies 2011: proceedings of the 17th international conference on Information and Software Technologies, IT 2011*, Kaunas, Lithuania, April 27-29, 2011, 231–238.
- Linehan, M. H. Ontologies and Rules in Business Models, in *EDOC Conference Workshop, 2007. EDOC 07. Eleventh International IEEE*. October 15-16, 2007, 149-156.
- Marinos, A.; Krause, P. An SBVR Framework for RESTful Web Applications, in *Rule Interchange and Applications, LNCS*, Vol. 5858, 2009, 144–158.
- Nemuraitė, L.; Skersys, T.; Šukys, A.; Šinkevičius, E.; Ablonskis, L. VETIS tool for editing and transforming SBVR business vocabularies and business rules into UML&OCL models, in *Information Technologies 2010: proceedings of the 16th international conference on Information and Software Technologies, IT 2010*, Kaunas, Lithuania, April 21-23, 2010, 377-384.
- OMG, 2008. *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR)*, Version 1.0. Dec., 2008, OMG Document number: formal/2008-01-02.
- Skersys, T. Business Knowledge-Based Generation of the System Class Model. *Information Technology and Control*, 2008, 37(2), 145–153.
- Spreeuwenberg, S.; Anderson, H. K. SBVR's approach to controlled natural languages, in *Workshop on Controlled Natural Language (CNL 2009)*, 2009.
- Šukys, A.; Nemuraitė, L.; Šinkevičius, E.; Paradauskas, B. Querying ontologies on the base of semantics of business vocabularies and business rules, in: *Information Technologies 2011: proceedings of the 17th international conference on Information and Software Technologies, IT 2011*, Kaunas, Lithuania, April 27-29, 2011, 247-254.
- Trinkūnas, J.; Vasilecas, O. Ontology Transformation: From Requirements To Conceptual Model, in *Computer Science and Information Technology, Latvian University*, vol. 751, 2009, 54–69.
- Vyšniauskas, E.; Nemuraitė, L. Mapping of OWL ontology concepts to RDB schemas, in *Information Technologies 2009: proceedings of the 15th International Conference on Information and Software Technologies, IT 2009*, Kaunas, Lithuania, April 23-24, 2009, 317–327.

## ANALYSIS OF POSSIBILITIES FOR TRANSFORMING BUSINESS VOCABULARY TO OWL2

R. Savukynas, O. Vasilecas

Abstract

There are many research works, which boast the benefits of semantic technologies. Nevertheless, the spread of these technologies is observed mainly in the scientific society and in some special domains, but not in everyday life. The main problem for pervasion of these technologies is the necessity of creating ontology for particular domains. Ontology creation is the main responsibility of information technology staff, because ontology specification languages are too sophisticated for business users. The existing OMG SBVR specification – Semantics of Business Vocabulary and Business Rules – enables to specify domain using limited natural language. The main goal of the paper is to introduce the analysis, devoted for possibilities transforming business vocabulary to OWL2 for using limited natural language in semantic technologies.

**Keywords:** Semantics of Business Vocabulary and Business Rules, Web Ontology Language, transformation, semantic technologies, SBVR, OWL2.