

Adam Dudek

Instytut Nauk Technicznych PWSZ w Nysie

adam.dudek@pwsz.nysa.pl

Reprezentacja wiedzy dziedzinowej działu serwisowego przy zastosowaniu OWL

1. Wstęp

Wiedza w przedsiębiorstwie może być postrzegana jako zasób strategiczny, którego odpowiednie wykorzystanie determinuje uzyskanie przewagi konkurencyjnej na rynku. Pozyskanie, przechowywanie oraz przekazywanie wiedzy wewnątrz przedsiębiorstwa ma zasadnicze znaczenie dla rozwoju przedsiębiorstwa [2]. Reprezentacja wiedzy to taki sposób jej zapisu, który umożliwia jej automatyczne przetwarzanie, poprzez połączenie struktur danych oraz zasad ich interpretacji [18]. W celu identyfikacji i reprezentacji wiedzy w firmie konieczne jest opracowanie właściwego modelu zapisu wiedzy, czyli ontologii, która wg Grubera [4] jest „jawną, formalną specyfikacją współdzielonej konceptualizacji”. Ontologia może mieć charakter uniwersalny, niezwiązany z konkretną dziedziną, lub może być ontologią dziedzinową, obejmującą precyzyjnie określony obszar działalności gospodarczej.

W rozdziale 2 niniejszego artykułu przedstawiono, na podstawie analizy literatury przedmiotu, metody reprezentacji wiedzy w podziale na ontologie formalne oraz ontologie nieformalne. W rozdziale 3 określono wiedzę dziedzinową na przykładzie działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego, a następnie zaprezentowano koncepcję wykorzystania języka OWL (Ontology Web Language) jako narzędzia do budowy ontologii zaproponowanej wiedzy dziedzinowej. W podsumowaniu przedstawiono proponowane kierunki dalszych prac.

2. Ontologie jako metody reprezentacji wiedzy

Reprezentacja wiedzy w postaci określonej struktur danych i procedur interpretacyjnych może być proceduralna i deklaratywna [13]. W zależności od analizowanego obszaru działalności gospodarczej konieczny jest inny rodzaj reprezentacji wiedzy. W kontekście reprezentacji wiedzy działu serwisowego przedsiębiorstwa produkcyjnego na potrzeby zbudowania systemu informatycznego wspomagającego pracę w tym dziale zasadne jest zastosowanie ontologii.

Wyróżniono następujące metody reprezentacji wiedzy w podziale na ontologie formalne oraz ontologie nieformalne:

Ontologie nieformalne

Słowniki rozumiane jako pary <termin, definicja>, gdzie definicja wyrażona jest postaci opisu wykorzystującego język naturalny. Słowniki mogą mieć charakter ogólny (np. Słownik Języka Polskiego) [10], lub dziedzinowy (słownik terminów informatycznych) [12].

Tezaurusy czyli słowniki w bardziej sformalizowanej strukturze, która wynika z wprowadzanie relacji występujących pomiędzy pojęciami w słowniku. Pozycja tezaury zawiera pojęcie podstawowe oraz pojęć, które są względem niego: synonimami (określeniami równoważnymi najczęściej znaczeniowo), hiponimami oraz hiperonimami (pojęciami mniej lub bardziej ogólnymi od podstawowego), a także antonimami (określeniami znaczeniowo odwrotnymi od podstawowego), np. Tezaurusz dziedzictwa kulturowego [15]

Taksonomie czyli słowniki terminów, które odpowiednio sklasyfikowane tworzą najczęściej hierarchię podrzędności. Opierać się ona może na relacjach podobieństwa lub pokrewieństwa klasyfikowanych pojęć, np. taksonomia zwierząt [6], obszary wiedzy i dziedziny nauki [8]

Ontologie formalne – możliwe do przetwarzania w sposób zautomatyzowany, dzięki wykorzystaniu precyzyjnie zdefiniowanej semantyki i składni.

Ramy i sieci semantyczne

Jedną z najważniejszych koncepcji, która stanowi podwaliny dla późniejszych metod formalizacji wiedzy, a także obiektowych metodyk inżynierii oprogramowania są zaprezentowane w pracy [7] tzw. ramy (ang. frames). Według tej koncepcji, każde zapamiętywane pojęcie lub doświadczenie powinno zostać „obramowane” poprzez nadanie mu unikalnej nazwy, a rama ta powinna zawierać elementy niezbędne do jednoznacznego jego opisu. Ramki występować mogą na różnych poziomach abstrakcji, a najważniejsze, będące odpowiednika pojęć oznaczają definicje klas. Każda z klas może zawierać klatki, które odpowiadają poszczególnym właściwościom, które też mogą być ramkami (klasy zagnieżdżone). Ze względu na dużą ogólność i niejednoznaczność, zautomatyzowane przetwarzanie i wnioskowania jest w tym przypadku utrudnione.

Niezależnie od koncepcji ram badacze zaproponowali tzw. sieć semantyczną jako ontologiczną metodę reprezentacji wiedzy. Idea ta bazuje na zaprezentowanym przez Quilliana [11] modelu pamięci człowieka, w którym pamięć ludzka taktowana jest jako zbiór pojęć, w których jedno są objaśniane przez inne z nich. Sieć semantyczna reprezentuje pojęcie ogólne, odpowiadające strukturze grafu skierowanego, w którym to najczęściej przyjmuje się, że węzły grafu odpowiadają obiektom lub klasom [5]. Relacje między nimi określane są przy użyciu łuków, które mogą być dwójakiego rodzaju: reprezentujące relacje pomiędzy klasami oraz

obiektami i ich właściwościami. Pierwszy rodzaj, oznaczany na grafie strzałkami blokowymi odpowiada relacjom uszczegółowienia (ang. IS_A lub NOT_IS_A) oraz egzemplifikacji (ang. INSTANCE_OF lub NOT_INSTANCE_OF). Drugi rodzaj oznaczany na grafie zwykłą strzałką, odpowiada najczęściej relacji „ma” (ang. HAS lub NOT_HAS) lub „zawiera” (ang. CONTAINS lub NOT_CONTAINS)

RDF

Bazując również na koncepcji grafu zaproponowano język opisu zasobów o nazwie RDF (ang. Resource Description Framework), który powstał jako standard kodowania meta danych i stanowi podstawę tzw. semantycznego Internetu. RDF zakłada, że wszystko jest przedstawiane jako zasób identyfikowany adresem internetowym URI (ang. Uniform Resource Identifier – ujednoczony identyfikator zasobu). Relacje pomiędzy tymi zasobami definiowane są za pomocą tzw. trójek RDF, które tworzone są przez podmiot, orzeczenie i dopełnienie. Trójka taka może być interpretowana jako fragment grafu, gdzie wierzchołek reprezentujący podmiot i wierzchołek reprezentujący orzeczenie połączone są łukiem, który stanowi odpowiednik orzeczenia. Zasoby, do których następują odwołania w trójkach RDF nie muszą w rzeczywistości zawsze wskazywać fizycznych plików, a ich znaczenie zależy jedynie od interpretacji zarządcy danej domeny. Dzięki temu RDF może zostać wykorzystany do opisu dowolnych obiektów. Najpowszechniej wykorzystywaną do publikowania dokumentów RDF notacją jest tzw. RDF/XML, która w oparciu o atrybuty XML pozwala zapisywać trójki RDF. Najpowszechniej wykorzystywaną do publikowania dokumentów RDF notacją jest tzw. RDF/XML, która w oparciu o atrybuty XML pozwala zapisywać trójki RDF. Przykład zastosowania notacji RDF/XML dla zapisu trójki przedstawiono na wydruku 1.

```
(1) <rdf:RDF
    xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
(2)   xmlns:pozyskany="http://biuro.adam.dudek.pl/RDF#">
(3)   <rdf:Description
rdf:about="http://biuro.adam.dudek.pl/RDF#dokument1">
(4)     <pozyskany:uzyskanyDziekiOCR>
(5)     <rdf:Description
rdf:about="http://biuro.adam.dudek.pl/RDF#skan1">
        </pozyskany:uzyskanyDziekiOCR>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

gdzie:

- (1) Ogólna przestrzeń nazw RDF/XML.
- (2) Przestrzeń nazw orzeczenia „pozyskany” – definiuje określenia sposobów pozyskiwania dokumentów w domenie biuro.adam.dudek, określonej przez tzw. URI bazowe.
- (3) Odnośnik do zasobu o nazwie dokument1, pełniącego rolę podmiotu.

- (4) Znacznik pełniący funkcję orzeczenia, reprezentowany przez nazwę kwalifikowaną „uzyskanyDziękiOCR” z przestrzeni nazw określonej w pkt. 2
- (5) Odnośnik do zasobu o nazwie skan1 pełniącego rolę dopełnienia

Wydruk 1. Przykładowa trójka RDF, opracowanie własne

OWL

OWL - Web Ontology Language jest jednym z najpopularniejszych obecnie wykorzystywanych do definiowania ontologii językiem, rekomendowanym i rozwijanym przez organizację W3C [16] i bazującym na składni RDF/XML. Najważniejszymi elementami ontologii budowanych przy użyciu OWL są klasy oraz obiekty, które są wystąpieniami tych klas. Struktura klas tworzy hierarchię podrzędności semantycznej, a obiekty opisywane są przez właściwości. „Ontologia wyrażona za pomocą języka OWL stanowi repozytorium wiedzy, z którego można wydobywać informacje” [1]. Popularność OWL wynika również z faktu, iż w wielu miejscach wykorzystuje intuicje wywodzące się z modelowania obiektowego, co ułatwia jego użycie projektantom systemów informatycznych zajmujących się tym zagadnieniem [3]. OWL pozwala na:

- definiowanie hierarchii klas i obiektów (podrzędność, równoważność, rozłączność),
- definiowanie operacji na klasach (iloczyn, unia, negacja),
- definiowanie właściwości i ich hierarchii (powiązanie z obiektami, dziedzina i zakres, podrzędność, równoważność, rozłączność, odwrotność)
- definiowanie typów danych i atrybutów

Na wydruku 2 przedstawiono przykładowy fragment ontologii zapisanej przy wykorzystaniu OWL. Zawiera on definicję klasy „Amfibia”, która powstaje w wyniku przecięcia (iloczynu) dwóch innych klas: „Samochod” oraz „Lódź”.

```

(1) <owl:Class rdf:about="Amfibia">
(2)   <owl:equivalentClass>
      <owl:Class>
(3)       <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:about="Samochod">
          <owl:Class rdf:about="Lodz">
          </owl:intersectionOf>
      </owl:Class>
  </owl>
</owl:Class>

```

gdzie:

- (1) Początek definicji nowej klasy o nazwie „Amfibia”.
- (2) Określenie klasy „Amfibia” jako odpowiadającej,
- (3) przecięciu klas „Samochod” oraz „Lodz”.

Wydruk 2. Przykładowy fragment ontologii w OWL, opracowanie własne

3. Wiedza dziedzinowa działu serwisowego

Prezentowany w niniejszym artykule dział serwisowy zajmuje się przeprowadzaniem przeglądów oraz naprawą pojazdów. Zadania te są wykonywane w oparciu o szeregi instrukcji zwanych procedurami serwisowymi. Pod pojęciem tym należy rozumieć dokumenty, spisane przy użyciu języka naturalnego, zawierające wiedzę o prawidłowych realizacjach poszczególnych zadań serwisowych. Procedury są przekazywane pracownikom działu serwisowego, którzy w oparciu o tak zdobytą wiedzę realizują zlecone zadania serwisowe. Ze względu na złożoność obiektów jakimi są pojazdy, dużą ilość występujących układów, a w konsekwencji ilość procedur serwisowych, dziedzinę ontologii ograniczono do tych, które dotyczą zawieszenia, układu jezdnego oraz hamulcowego. Na wydruku 3 zaprezentowano przykładową procedurę, wymiany łożyska, które jest zintegrowane z piastą, w przypadku hamulca bębnowego na osi wleczonej pojazdu.

1. Umieść pojazd na podnośniku.
2. Podnieś samochód na wysokość umożliwiającą zdjęcie koła.
3. Zdemontuj koło:
 - 3.1. wykręć śruby koła przy użyciu klucza pneumatycznego, klucza do kół lub pokrętła z nasadką,
 - 3.2. zdejmij koło.
4. Zdejmij bęben hamulcowy:

- 4.1. odkręć śrubę mocującą bęben przy użyciu pokrętła lub grzechotki z końcówką torx,
- 4.2. zdejmij bęben hamulcowy.
5. Zdemontuj piastę:
 - 5.1. zdejmij dekiel piasty przy użyciu śrubokręta płaskiego,
 - 5.2. odkręć nakrętkę piasty przy użyciu klucza oczkowego lub nasadki z pokrętłem,
 - 5.3. zdejmij piastę koła,
6. Zamontuj piastę koła:
 - 6.1. zakręć nakrętkę piasty przy użyciu klucza dynamometrycznego,
 - 6.2. zainstaluj dekiel piasty przy użyciu młotka.
7. Oczyszcz piastę:
 - 7.1. oczyść powierzchnię styku piasty z bębniem hamulcowym przy użyciu szczotki drucianej lub szczotki obrotowej.
8. Zmontuj bęben hamulcowy:
 - 8.1. załóż bęben hamulcowy,
 - 8.2. wkręć śrubę mocującą bęben przy użyciu pokrętła lub grzechotki z końcówką torx.
9. Zamontuj koło:
 - 9.1. załóż koło,
 - 9.2. przykręć śruby koła przy użyciu klucza pneumatycznego, klucza do kół lub pokrętła z nasadką.
10. Opuść pojazd na podnośniku.
11. Dokręć śruby koła przy użyciu klucza dynamometrycznego.

Wydruk 3. Przykładowa procedura serwisowa

W wyniku przeprowadzonej wraz z kierownikiem serwisu analizy zgromadzonych procedur serwisowych, w ramach każdej z nich wyodrębniono szeregi kroków, które uszeregowane w odpowiedniej kolejności, tworzą zdefiniowane jako poprawne przebiegi ich realizacji. Bazując na wydębnionych w ten sposób krokach, przedstawioną powyżej procedurę wymiany łożyska przedstawiono w tabeli 1:

Tab. 1. Przykładowa procedura serwisowa opisana przy użyciu wyodrębnionych kroków serwisowych

nr kr. w proc. ¹	id. kroku ²	nazwa kroku
1	1	Umieszczenie pojazdu na podnośniku.
2	2	Podniesienie pojazdu.
3	3	Wykręcenie śrub koła.
4	4	Zdemontowanie koła.
5	5	Odkręcenie śruby mocującej bęben hamulcowy.
6	6	Zdjęcie bębna hamulcowego.
7	30	Zdjęcie dekla piasty.
8	32	Odkręcenie nakrętki piasty.
9	34	Demontaż piasty koła.
10	58	Montaż piasty/tarczopiasty hamulcowej.
11	52	Zakręcenie nakrętki piasty.
12	54	Montaż dekla piasty.
13	28	Oczyszczenie piasty.
14	55	Montaż bębna hamulcowego.
15	56	Wkręcenie śruby mocującej bęben hamulcowy.
16	70	Montaż koła.
17	71	Przykręcenie śrub koła.
18	72	Opuszczenie pojazdu na podnośniku.
19	73	Dokręcenie śrub koła.

gdzie:

¹ nr kr. w proc. – numer kolejny kroku w wybranej procedurze

² id. kroku – unikalny identyfikator kroku

W prezentowanej ontologii pojedynczy krok procedury reprezentowany jest przez wystąpienia uogólnionej nazwy czynności w połączeniu z obsługiwanyimi podzespołami, wykorzystywanymi elementami łączącymi, narzędziami oraz materiałami eksploatacyjnymi.

$$K_j = \{cz, p, l, n, m\} \tag{1}$$

gdzie:

K_j – krok w procedurze, $j \in \mathbb{N}$

cz, p, l, n, m – charakterystyki K_j kroku w procedurze, gdzie: cz - uogólnione nazwy czynności, p – obsługiwane podzespoły, l – wyk. elementy łączące, n – wykorzystane narzędzia, m – wykorzystane mat. eksploatacyjne.

Zasadniczym elementem prezentowanej ontologii są słowniki wyrazów i pojęć dotyczące jej dziedziny. Są to:

- słownik narzędzi (np. śrubokręt płaski, klucz dynamometryczny)
- słownik podzespołów (np. tarcza hamulcowa, łożysko)

- słownik elementów łączących i mocujących (np. śruba, sworzeń)
- słownik materiałów eksploatacyjnych i środków smarnych (np. smar do łożysk, płyn hamulcowy)
- słownik czynności (np. wbijanie, wciskanie, wsuwanie, wysuwanie)
- słownik uogólnień czynności (np. montowanie={wbijanie, wciskanie, ...,wsuwanie})

Bazując na powyższych, każdy z wyróżnionych kroków można wyrazić za pomocą pozycji zdefiniowanych w słownikach, przy czym każdy z nich może występować w różnych wariantach. Na schemacie 1 zaprezentowano wyrażony za pomocą pozycji ze słowników krok o numerze 28 – oczyszczenie piasty (pp. Tabela 1).

Wariant 1:

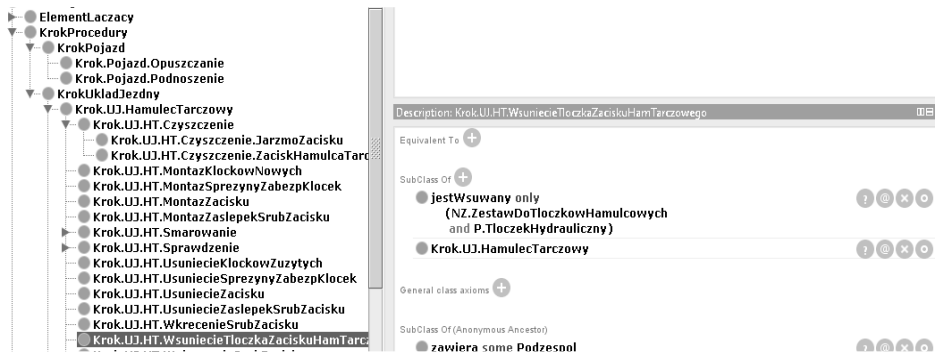


Wariant 2:



Schemat 1. Warianty kroku serwisowego

Tak sformalizowaną wiedzę zapisano przy wykorzystaniu języka OWL. W ontologii zdefiniowano klasy, które reprezentują wszystkie znane kroki, narzędzia, podzespoły oraz elementy łączące. Odzwierciedlono również reguły określające związki pomiędzy nimi. Do budowy ontologii wykorzystano opracowane na uniwersytecie Stanford, narzędzie Protégé, które jest jednym z najpowszechniej wykorzystywanych do budowy ontologii [9]. Istotną zaletą tego narzędzia jest intuicyjny interfejs użytkownika, który pozwala na łatwą modyfikację ontologii, również przez specjalistów z dziedziny ontologii, nie będących inżynierami wiedzy. Na rysunku 1 przedstawiono fragment drzewa klas zaproponowanej ontologii, w oknie programu Protégé.



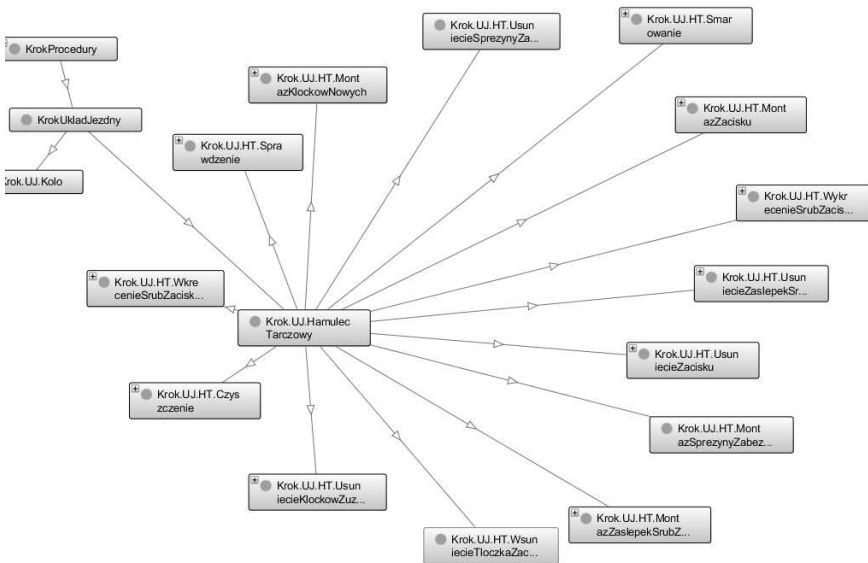
Rys. 1. Drzewo klas ontologii dziedzinowej w środowisku Protégé, opracowanie własne

W ontologii zdefiniowano, również szereg właściwości, które odpowiadają słownikowi nazw czynności. Odzwierciedlono w nim również relacje zachodzącą pomiędzy nazwami czynności, a ich uogólnieniami. Fragment hierarchii właściwości zaprezentowaną w oknie Protégé przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Fragment drzewa właściwości w środowisku Protégé, opracowanie własne

Ważnym elementem środowiska Protégé jest możliwość prezentacji realizowanej ontologii w postaci grafu. Na rysunku 3 zaprezentowano fragment takiego grafu, dla klas odpowiadających krokom dotyczącym obsługi hamulca tarczowego.



Rys. 3. Fragment grafu ontologii w środowisku Protégé, opracowanie własne

Wykorzystanie języka OWL do ontologicznej reprezentacji wiedzy dziedzinowej pozwala na wykorzystanie wielu narzędzi celem jej eksploracji. Warto tutaj wskazać np. język zapytań SPARQL [17], który umożliwia zadawanie zapytań w postaci trójek RDF, do zbiorów XML zgodnych z OWL. Wiedza opisana przy użyciu RDF lub OWL, może być również podstawą dla odkrywania nowej wiedzy w drodze wnioskowania, co może być realizowane w sposób zautomatyzowany przy wykorzystaniu jednego z wielu dostępnych narzędzi np. FaCT++ [14]

4. Podsumowanie

W artykule zaprezentowano ontologię dziedzinową, bazującą na zapisie w języku OWL, która pozwala w sposób formalny zapisać wiedzę na temat sposobu realizacji procedur serwisowych realizowanych w dziale serwisowym przedsiębiorstwa produkcyjnego. Jednak, na podstawie obserwacji prac pracowników działu serwisowego, rozwiązanie to nie pozwala na jednoznaczną klasyfikację wykrytych w ten sposób kroków w procedurze. Jako poprawne (zdefiniowane w ontologii) kroki można uznać tylko takie, których charakterystyki całkowicie pokrywają się z ich ontologicznymi definicjami, co jednak może być obciążone błędem wynikającym z niedostatecznej precyzji autora analizowanej wypowiedzi. W związku z powyższym w dalszych etapach prac proponuje się:

- Zastosowanie ontologii wiedzy działu serwisowego jako wzorców uczących dla klasyfikatora neuronowego.
- Wykorzystanie klasyfikatora neuronowego do klasyfikacji charakterystyk kroków tj. czynności, podzespołów, narzędzi, elementów łączących, materiałów eksploatacyjnych (wyznaczonych w oparciu o ontologię dziedzinową), do zdefiniowanych kroków w procedurach wzorcowych.
- Wykorzystanie klasyfikatora neuronowego do weryfikacji poprawności realizacji procedury serwisowej.

Literatura

1. Dobrowolski D., Kapłański P., Łojewski Z., Marciniak A.: *Ontologiczna inżynieria wiedzy*, Nierówności społeczne, a wzrost gospodarczy, (44 cz. 1), 2015, s. 88-98.
2. Fabrizio K. R.: *Absorptive capacity and the search for innovation*, Research Policy, Vol. 38, No. 2, 2009, s. 255-267.
3. Goczyła K.: *Ontologie w systemach informatycznych*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2011.
4. Gruber T. A.: *Translation Approach to Portable Ontology Specifications*, Knowledge Acquisition, 5 (2), 1993, s. 199-220.
5. Górka W., Socha M., Piasecki A.: *Sieci semantyczne – dotychczasowe doświadczenia i perspektywy rozwoju w ocenie Instytutu EMAG*, Instytut Technik Informatycznych EMAG, 2015.
6. Koło łowieckie w Szczecinie, *Systematyka zwierząt*, http://www.kolo-lowieckie-zubr.com.pl/zwierzeta_systematyka.html, dostęp 04.06.2017.
7. Minsky M.: *A Framework for Representing Knowledge. The Psychology of Computer Vision*, red. Winston P., Cognitive Science, Collins, Allan and Edward E., Smith McGraw-Hill, 1975, przedruk: Morgan-Kaufmann, 1992.
8. MNiSW: *Rozporządzenie ministra nauki i szkolnictwa wyższego w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych* Dz.U. 2011 nr 179 poz. 1065.
9. Musen, Mark A., and the Protégé Team: *The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward*. Association of Computing Machinery Specific Interest Group in Artificial Intelligence, 2015, <http://protege.stanford.edu/about.php> dostęp: 04.06.2017.
10. PWN, *Słownik języka polskiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, <http://sjp.pwn.pl/>, dostęp: 09.05.2017.

11. Quillian M.R.: *Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities*, Behavioral Science vol. 12, 1967, s. 410-430.
12. Słownik terminów informatycznych, <http://infgeo.strefa.pl/slowinf.htm>, dostęp: 09.05.2017.
13. Trajer J., Paszek A., Iwan S.: *Zarządzanie wiedzą*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2012.
14. Tsarkov D.: *FaCt++ - New generation OWL-DL reasoner*, <http://owl.man.ac.uk/factplusplus/>, dostęp: 04.06.2017.
15. Uniwersytet Wrocławski, *Tezaurusz dziedzictwa kulturowego*, Biblioteka Uniwersytecka Uniwersytetu wrocławskiego, <http://156.17.58.20:8080/tezaurus/index.jsp>, dostęp: 09.05.2017.
16. W3C, *Przewodnik po OWL 2 Web Ontology Language*, <https://www.w3.org/TR/owl2-quick-reference/>, dostęp: 04.06.2017.
17. W3C: *SPARQL Query Language for RDF*, <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, dostęp: 04.06.2017.
18. Ziemia P., Jankowski J., Wolski W.: *Dobór języka reprezentacji wiedzy w ontologiach dziedzinowych*, Informatyka Ekonomiczna 1 (35), 2015, s. 84-100.

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu literaturowego formalnych metod reprezentacji wiedzy w postaci ontologii ze szczególnym uwzględnieniem standardów RDF oraz OWL. Wskazano następnie obszar wiedzy dziedzinowej z zakresu prawidłowo realizowanych procedur serwisowych. Zaproponowano również sposób reprezentacji tej wiedzy jako szeregów kroków, opisywanych przez obsługiwane podzespoły, wykorzystane do tego narzędzia, elementy łączące i mocujące czy też materiały eksploatacyjne. Bazując na tych założeniach zaproponowano budowę ontologii przy wykorzystaniu języka OWL, wykorzystując w tym celu środowisko Protégé.

Summary

This article reviews literature on formal knowledge representation methods using ontologies and focus on RDF and OWL standards. Then indicated the area of domain knowledge in the range of correctly performed service procedures. It was proposed to represent this knowledge as a series of steps. These steps are described by the supported components, the tools which are used, connecting elements and consumables. Based on these assumptions, it was proposed to build ontology using OWL using the Protégé environment.