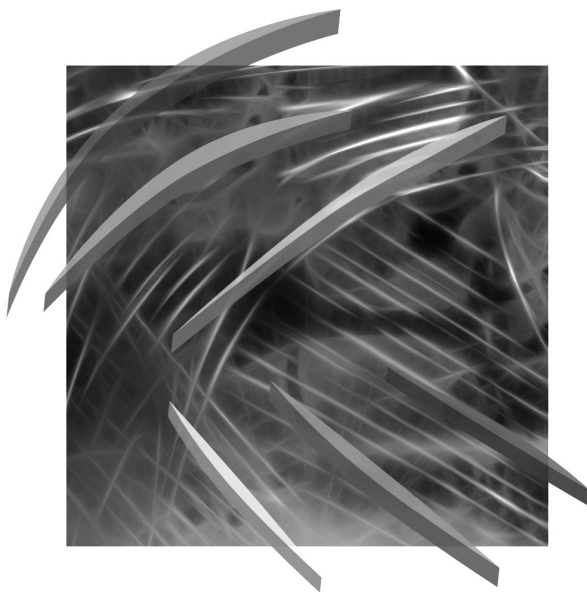


INFORMATYKA EKONOMICZNA BUSINESS INFORMATICS

4(30)•2013



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktorzy Wydawnictwa: Elżbieta i Tim Macauley, Joanna Świrski-Korłub

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,

The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl>,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2013

ISSN 1507-3858

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM
Nakład: 200 egz.

Spis treści

Wstęp	9
Adio Akinwale, Joseph Shonubi, Adebayo Adekoya, Adesina Sodiya, Tosin Mewomo: Ontology of input validation attack patterns on web applications	11
Zenon Biniek, Dariusz Szarmach: Technologie informatyczne w kontrolingu kosztów w ochronie zdrowia	24
Dorota Buchnowska: Social business – a conceptual framework	44
Dorota Buchnowska: Analiza i ocena poziomu wykorzystania mediów społecznościowych przez największe polskie przedsiębiorstwa	55
Beata Butryn, Robert Kutera: Evolution in the fundamental areas of the business operation of Polish companies related to the application of mobile technologies	70
Andrzej Bytniewski, Marcin Hernes, Kamal Matouk: A universal model of knowledge conflict resolving using consensus methods in multi-agent decision support systems	82
Andrzej Bytniewski, Marcin Hernes: Wykorzystanie standardu OPC w celu integracji modułów podsystemu zarządzania produkcją zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania	91
Iwona Chomiak-Orsa: Wykorzystanie technologii komunikacyjno-informacyjnych w inicjowaniu i kreowaniu kapitału relacyjnego	105
Karol Chrabański: A model of transition from quality management systems to knowledge management systems in software developing organizations	115
Karol Chrabański: Localisation and acquisition of knowledge in software developing organisations in the light of empirical research	134
Wojciech Grzelak: Ontologia – próba usystematyzowania pojęć	159
Dorota Jelonek, Ilona Pawełszek: Technologie semantyczne w zarządzaniu platformą otwartych innowacji	169
Karolina Kuligowska, Mirosława Lasek: Text mining in practice: exploring patterns in text collections of remote work job offers	181
Mirosława Lasek, Witold Lasek, Marek Pęczkowski: Od immunologii do modelowania, przetwarzania i analiz danych	196
Józef B. Lewoc, Antoni Izworski, Sławomir Skowroński, Iwona Chomiak-Orsa: Modelling of a computer integrated manufacturing and management system as a tool of organization improvement	226

Artur Rot: Efektywność ekonomiczna w analizie ryzyka na potrzeby bezpieczeństwa systemów informatycznych.....	240
Małgorzata Sobińska, Jakub Mierzyński: Outsourcing wiedzy akceleratorem zmian w kierunku odnowy przedsiębiorstw	253
Grzegorz Tomala, Jarosław Wilk: Wzorzec specyfikacji wymagań systemowych dla przedsięwzięć doskonalenia istniejących systemów oprogramowania biznesowego.....	267
Michał Twardochleb, Tomasz Król, Paweł Włoch, Bartosz Kuka: Effectiveness of hybrid optimization methods in solving test problems and practical issues	279
Bartosz Wachnik: Analiza przedsięwzięć informatycznych w modelach budowania wartości przedsiębiorstw. Podsumowanie badań z lat 2011-2012	290
Radosław Wójtowicz: Metodyczne aspekty wdrażania systemów wspomagających pracę grupową w przedsiębiorstwie	305

Summaries

Adio Akinwale, Joseph Shonubi, Adebayo Adekoya, Adesina Sodiya, Tosin Mewomo: Ontologia wzorców sprawdzania ataków dotyczących poprawności danych wejściowych w aplikacji sieci Web	23
Zenon Biniek, Dariusz Szarmach: Information technologies of costs controlling in health care	43
Dorota Buchnowska: Biznes społecznościowy – ramy pojęciowe.....	54
Dorota Buchnowska: Analysis and assessment of use of social media by the largest Polish companies.....	69
Beata Butryn, Robert Kutera: Ewolucja podstawowych obszarów działalności gospodarczej polskich przedsiębiorstw w kontekście wykorzystania technologii mobilnych	81
Andrzej Bytniewski, Marcin Hernes, Kamal Matouk: Uniwersalny model rozwiązywania konfliktów wiedzy z wykorzystaniem metod consensu w wieloagentowych systemach wspomagania decyzji	90
Andrzej Bytniewski, Marcin Hernes: Using the OPC standard in order to integrate manufacturing management subsystem modules at integrated management information system.....	104
Iwona Chomiak-Orsa: The use of ICT in initiating and creating relational capital.....	114
Karol Chrabański: Model przejścia od systemów zarządzania jakością do systemów zarządzania wiedzą w organizacjach wytwarzających oprogramowanie.....	131
Karol Chrabański: Lokalizacja i pozyskiwanie wiedzy w organizacjach wytwarzających oprogramowanie w świetle badań empirycznych	155
Wojciech Grzelak: Ontology – an attempt to systematize concepts.....	168

Dorota Jelonek, Ilona Pawełoszek: Semantic technologies in the management of open innovation platform	180
Karolina Kuligowska, Mirosława Lasek: <i>Text mining</i> w praktyce: odkrywanie wzorców w tekstach ofert pracy zdalnej	195
Mirosława Lasek, Witold Lasek, Marek Pęczkowski: From immunology to modeling, processing and analysis of data	225
Józef B. Lewoc, Antoni Izworski, Sławomir Skowroński, Iwona Chomiak-Orsa: Modelowanie wydajności zintegrowanych systemów wytwarzania oraz zarządzania jako narzędzie doskonalenia organizacji	239
Artur Rot: Economic efficiency in information systems security risk analysis	252
Małgorzata Sobińska, Jakub Mierzyński: Outsourcing of knowledge as an accelerator of changes towards the enterprise renewal.....	266
Grzegorz Tomala, Jarosław Wilk: Requirements specification pattern for business software systems development and enhancement projects	278
Michał Twardochleb, Tomasz Król, Paweł Włoch, Bartosz Kuka: Skuteczność hybrydowych metod optymalizacji w rozwiązywaniu problemów testowych i zastosowaniach praktycznych	289
Bartosz Wachnik: Analysis of IT projects in models of enterprise value building. A summary of research between 2010-2012.....	303
Radosław Wójtowicz: Methodological aspects of implementation of groupware systems in an enterprise	314

Wojciech Grzelak

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: wojciech.grzelak@ue.wroc.pl

**ONTOLOGIA – PRÓBA USYSTEMATYZOWANIA
POJĘĆ**

Streszczenie: Ontologia jest przedmiotem badań w różnych dziedzinach nauki, m.in. w naukach humanistycznych i ekonomicznych. Aktualnie ontologie są przedmiotem badań w rozmaitych obiektach badawczych, m.in. inżynierii systemów informatycznych, w inżynierii wiedzy, teorii zarządzania wiedzą. Pierwszą definicją stworzoną na potrzeby informatyki jest definicja T. Grubera z 1993 r. Zastosowano ją w dziedzinie sztucznej inteligencji w celu ułatwienia współdzielenia i ponownego użycia zgromadzonej wiedzy. W artykule podjęto próbę przedstawienia wybranych pojęć dotyczących ontologii. Omówiono wybrane definicje ontologii stworzone przez T. Grubera, A. Bassara i A. Maedche. Opisano zasady i proces tworzenia ontologii. W ostatniej części przedstawiono wybrane języki opisu ontologii, tj. *Resource Description Framework (RDF)* i *Web Ontology Language (OWL)*.

Słowa kluczowe: ontologia, definicje ontologii, zasady tworzenia ontologii, języki opisu ontologii, *Resource Description Framework*, *Web Ontology Language*.

1. Wstęp

Termin „ontologia”, jak podaje encyklopedia, po raz pierwszy pojawił się w dziele *Lexicon Philosophia* (1613 r.), a wszedł na stałe w skład nazewnictwa filozoficznego w 1730 r. dzięki pracy Ch. Wolffa *Philosophia prima sive ontologia* [*Wielka Encyklopedia PWN* 2005]. Jednak rozważania ontologiczne zostały zapoczątkowane znacznie wcześniej, można je bowiem odnaleźć w pracach Arystotelesa (IV w. p.n.e., później filozof ten ontologię nazwał metafizyką), a następnie G. Leibniza, I. Kanta, B. Bolzano, F. Brentano, K. Twardowskiego oraz S. Leśniewskiego.

Pojęcie „ontologia” w znaczeniu tradycyjnym to nauka o bycie jako takim; jej zadaniem są dociekania nad naturą, istotą wszystkiego, co istnieje. Czasem w literaturze można znaleźć tezę, że przedmiotem dociekań ontologii są niewyjaśnione dostatecznie przez poszczególne nauki pojęcia, tj. np. pojęcie bytu rzeczywistego i przeciwstawny mu termin bytu pomyślanego, pojęcia realne (dotyczące przedmiotów, zdarzeń) i idealne (np. liczba, a także piękno, sprawiedliwość – jako cech same

w sobie, tj. wyabstrahowane od przedmiotów, jakim mogą przysługiwać), pojęcia esencji i egzystencji oraz sposobów istnienia (tzw. pojęcia modalne konieczności, możliwości). Zadaniem tak rozumianej ontologii określa się formułowanie najogólniejszych twierdzeń, do których dochodzi ona przez analizę tych pojęć ogólnych, stanowiących znaczenia poszczególnych terminów, takich jak np.: „rzecz”, „substancja”, „cecha”. Mówiąc zwięźle, ontologia jako dziedzina filozofii jest nauką próbującą znaleźć zasady, na jakich istnieje świat. Prekursorem współczesnej ontologii formalnej był S. Leśniewski (1886-1939), matematyk i filozof, którego badania nad wykorzystaniem składni języka naturalnego w semantyce przyczyniły się do rozwoju współczesnej informatyki [Wielka Encyklopedia PWN 2005].

Aktualnie ontologie stanowią przedmiot badań w różnych obiektach badawczych, m.in. inżynierii systemów informatycznych, w inżynierii wiedzy, w inżynierii języka naturalnego, a także w teorii zarządzania wiedzą. Pierwsze praktyczne zastosowania w informatyce wywodzą się ze sztucznej inteligencji; zostały tam zastosowane w celu ułatwienia współdzielenia i ponownego użycia zgromadzonej wiedzy [Gołuchowski 2005].

W roku 1993 po raz pierwszy utworzono definicję ontologii w dziedzinie informatyki [Gołuchowski 2005]. Od tamtego czasu powstało wiele nowych definicji pojęcia ontologii. Najistotniejszym aspektem z punktu widzenia tego artykułu jest aspekt zarządzania wiedzą. Technologie reprezentacji wiedzy mają za zadanie modelowanie i reprezentowanie struktur wiedzy w sposób czytelny zarówno dla człowieka, jak i maszyny. Biorąc pod uwagę komunikację międzyludzką jako punkt odniesienia, myślimy o stworzeniu systemu autonomicznego, klasyfikującego oraz kategoryzującego pojęcia będące w pewnym sensie metajęzykiem. Inżynieria wiedzy zakłada, iż ontologie powinny być z łatwością przetwarzane przez maszyny i człowieka [Bassara 2004a]. Co więcej, powinny pozwalać na dużą rozszerzalność siły ekspresji reprezentacji wiedzy, a wiedza powinna być przedstawiana w sposób właściwy dla wybranej dziedziny i rozwiązywanych problemów [Filipczyk, Gołuchowski].

A. Bassara uważa, że jest wiele czynników mających wpływ na właściwy przekaz. Za najważniejsze uważa kategoryzację i hierarchizację. Kategoryzacja oznacza zdolność do porządkowania symboli, pojawiających się w komunikacie należących do ściśle określonej grupy obiektów, posiadających określone cechy. Komunikacji ludzkiej daleko do doskonałości, jednak staramy się, by ten abstrakcyjny model świata stał się sformalizowanym i samodzielny bytem [Bassara 2004a].

Działania w obrębie przetwarzania języka naturalnego obejmują siedem poziomów: fonologię, leksykę, morfologię, syntaktykę, semantykę, dyskurs oraz pragmatykę. Technologie przetwarzające język naturalny są istotne, ponieważ niwelują problemy użytkownika dotyczące ekstrakcji wiedzy i interpretacji relewantnej informacji znajdującej się w tekstach napisanych w języku naturalnym. Technologie te stanowią podstawę technologii zarządzania wiedzą, gdyż pozwalają na automatyczne przetwarzanie treści dokumentów WWW, odkrywanie nowych elementów

ontologii (tj. klas, pojęć, instancji, relacji, twierdzeń, atrybutów) oraz automatyczne wyszukiwanie elementów wiedzy. Celem tworzenia automatyzacji tłumaczenia tekstów zapisanych w języku naturalnym na sformalizowany język reprezentacji wiedzy jest tworzenie baz wiedzy [Gołuchowski 2005, s. 214].

2. Wybrane definicje ontologii

W literaturze przedmiotu możemy odnaleźć wiele różnych poglądów na temat ontologii, a definicji ontologii jest jeszcze więcej. Może to wynikać z tego, że termin „ontologia” istnieje w informatyce dopiero od dwudziestu lat. Można uznać, że jest stosunkowo „młodym” zagadnieniem i w dalszym ciągu ewaluuje.

Jedną z najczęściej przytaczanych definicji ontologii jest definicja sformułowana przez T. Grubera: ontologia jest, według niej, formalną, jawną specyfikacją współdzielonej konceptualizacji [Gruber 1993]. W definicji tej ontologia tworzona jest w celu zapewnienia danym, reprezentującym informacje i wiedzę semantyki zrozumiałej i możliwej do przetwarzania przez komunikujących się agentów. Stanowi ona dla nich wspólną konceptualizację rzeczywistości. W stwierdzeniu tym konceptualizacja odnosi się do abstrakcyjnego modelu pewnego zjawiska lub bytu, który identyfikuje odpowiednie koncepcje rzeczywistego obiektu [Gołuchowski 2005, s. 217]. Na niedoskonałości definicji T. Grubera zwrócił uwagę A. Bassara [Bassara 2004]. Badacz ten wykazał niejasności związane z niejednoznaczną interpretacją zapisu ontologicznego różnego rozumienia tych samych pojęć w różnych językach narodowych.

Definicja sformułowana przez A. Maedche określa ontologię jako dwa zbiory: zbiór O – definicję struktury ontologii, i zbiór L , definiujący słownik. Zdaniem autora definicji daje to możliwość istnienia jednej wspólnej ontologii dla wszystkich języków narodowych. Struktura ontologii definiująca pojęcia i występujące między nimi relacje ma postać [Maedche 2004]:

$$O = \{C, R, H^c, rel, A\},$$

gdzie: C – zbiór wszystkich wykorzystanych pojęć w modelu, często nazywanym klasą, występującym w otaczającej rzeczywistości,

R – zbiór nietaksonomicznych relacji (zwanych również właściwościami, slotami, rolami) występujących między pojęciami,

H^c – zbiór taksonomicznych relacji między konceptami,

rel – zdefiniowane nietaksonomiczne relacje między pojęciami,

A – zbiór aksjomatów wyrażonych w odpowiednim języku logiki.

Interpretacje występujących pojęć i relacji między nimi zawiera leksykon. Definicję leksykonu przedstawić można następująco:

$$L = \{L^c, L', F, G\},$$

w którym:

- L^c – definicje leksykonu dla zbioru pojęć,
- L^r – definicje leksykonu dla zbioru relacji,
- F – referencje dla pojęć,
- G – referencje dla relacji.

W celu zobrazowania definicji ontologii przedstawiono prosty przykład [Gołuchowski 2005]:

- $C = \{\text{Pracownik, Dział, Stanowisko}\},$
- $R = \{\text{zatrudniony} - w, \text{pełni} - \text{funkcję}\},$
- $H^c = \{\text{Dział, Stanowisko, Pracownik}\},$
- $Rel = \{\text{zatrudniony}_w (\text{Pracownik, Dział}), \text{pełni_funkcję} (\text{Pracownik, Stanowisko})\}$
- $- = \{ \quad \text{FORALL } X, Y, Z:$
 Pracownik: $X (\text{zatrudniony}_w \rightarrow Y)$
 And
 Pracownik: $X (\text{pełni} - \text{funkcję} \rightarrow Z)$
 } $\}$

Ontologia zdefiniowana w ten sposób jest niezależna od języków narodowych i charakteryzuje się stałą interpretacją przez różnych użytkowników. Ontologia tworzona jest przez bazę wiedzy wraz ze zbiorami instancji klas i związków między nimi. Podobna zależność występuje między bazą danych a modelem danych.

3. Zasady tworzenia ontologii

T. Gruber określił pięć zasad oceny systemów ontologii: jasność, spójność, przejrzystość, rozszerzalność, minimalne zaangażowanie formalizacyjne, minimalne zaangażowanie ontologiczne. Za najważniejsze kryterium uznaje jasność (*clarity*). Według badacza [Gruber 1993, s. 2-3]: ontologia powinna przekazywać w sposób efektywny zamierzone znaczenie definiowanych terminów. Definicje powinny być obiektywne i wykorzystywać formalne aksjomaty, zaś definicja pełna (określona przez warunki wystarczające i konieczne) jest bardziej preferowana niż definicja cząstkowa (określana przez warunki konieczne albo wystarczające). Wszystkie ujęcia powinny mieć opis w języku naturalnym.

Kolejnym kryterium jest spójność (*coherence*). Jest to kryterium dotyczące mechanizmu inferencji. Gruber uważa, że ontologia powinna być spójna, tzn. powinna sankcjonować inferencje, które są spójne dzięki definicjom. Jeżeli zdanie, które ma być wyprowadzone z aksjomatów jest w sprzeczności z definicją lub podanym nieformalnie przykładem, to ontologia taka nie jest spójna.

Kryterium rozszerzalności (*extendibility*) stwierdza, że ontologia powinna być tak zaprojektowana, aby możliwe było wykorzystanie wspólnego słownika. Powinny być zapewnione podstawy terminologiczne dla zakresu oczekiwanych zadań, a reprezentacja winna być tak przeprowadzona, aby można było rozszerzać i zawęźać ontologię w sposób monotoniczny, czyli powinna istnieć możliwość definiowa-

nia nowych terminów na podstawie już funkcjonującego słownika w taki sposób, aby nie była wymagana zmiana istniejących definicji.

Zasada oceny z punktu widzenia minimalnego zaangażowania formalizacyjnego (*minimal encoding bias*) polega na dokonaniu analizy inżynierskiej, w której wartości fizyczne są modelowane przez równania zmiennych z liczbami jako wartościami. Autor definicji opisuje wielkości przez fizyczne wartości, jako wymiar fizyczny, tj. czas, długość, masa i energia są przykładami fizycznego wymiaru [Gliński 2011, s. 61].

Ostatnim kryterium jest minimalne zaangażowanie ontologiczne (*minimal ontological commitment*), oznaczające, że ontologia powinna mieć jak najmniej założeń i ograniczeń, a przy tym tylko takie, które są niezbędne dla systemów reprezentacji wiedzy, istnieje bowiem ryzyko, że w przyszłości nowe definicje mogą nie być zgodne z przeszłymi potrzebami reprezentacji.

Proces budowania ontologii, który zaproponowali F.N. Noy i D.L. McGuinness, zawiera [Gliński 2011]:

- definicje klas,
- ułożenie klas w hierarchiczne struktury,
- zdefiniowanie własności klas i opisanie dopuszczalnych zbiorów wartości dla nich,
- wprowadzenie wartości dla poszczególnych własności w odpowiednich wystąpieniach klas.

Autorzy twierdzą, iż cały proces ma charakter powtarzalny i zawsze istnieje możliwość doboru lepszej opcji spośród reszty modeli. Podczas doboru odpowiednich pojęć należy dbać, aby były one najbliższe obiektom, relacje zaś powinny odpowiadać danej dziedzinie. W zdaniach opisujących daną dziedzinę obiekty winny być reprezentowane przez rzeczowniki, a relacje przez czasowniki. Podczas tworzenia ontologii dobrym zwyczajem może być odpowiedź na pytanie, do czego będzie ona wykorzystana i na ile ta ontologia ma być szczegółowa. F.N. Noy i D.L. McGuinness [Noy, McGuinness 2001, s. 4] zalecają kierować się zasadą, że lepsza jest ta, która będzie lepiej współpracowała z naszymi aplikacjami i spełniała obrane cele. Liczy się również jej intuicyjność i łatwość w utrzymaniu.

Po zakończeniu pracy nad pierwszą wersją ontologii poddaje się ją ocenie w konkretnych aplikacjach doradczych bądź przedstawia ocenę eksperckiej.

W swojej pracy F.N. Noy i D.L. McGuinness przedstawiają siedem kroków tworzenia ontologii [Noy, McGuinness 2001]:

1. Ustalenie domeny i zasięgu ontologii. Sugeruje się zdefiniowanie dziedziny i zasięgu, odpowiadając sobie na pytania:

- Jaka jest dziedzina, czyli zbiór obiektów tworzonej ontologii, oraz jak szeroki zakres jest brany pod uwagę w tworzonej ontologii?
- Jaki jest cel tworzonej ontologii?
- Na jakie pytanie będzie odpowiadać tworzona ontologia?
- Kto będzie odbiorcą ontologii i kto będzie ją utrzymywał?

2. Wykorzystanie istniejących ontologii. Autorzy sugerują możliwość wykorzystania istniejącego systemu, gdyż wykorzystanie gotowej ontologii może się okazać konieczne, w jeśli przyszły system stosujący naszą ontologię będzie wchodził w interakcję z innymi systemami bazującymi na schematach z kontrolowanym słownictwem.

3. Ustalenie wszystkich najważniejszych terminów w projektowanej ontologii. Następny etap wymaga ustalenia terminów dla budowanych przez projektanta zadań, a także ustalenia właściwości reprezentowanych obiektów. Według autorów nie jest istotne, czy ustalone terminy będą reprezentowały obiekty, relacje czy tylko własności.

4. Definiowanie klas i hierarchii klas. Kolejną czynnością jest odzwierciedlenie hierarchii obiektów i własności powiązanych ze sobą pojęć. Autorzy twierdzą, że nie jest łatwo stworzyć hierarchię bez ustalania własności obiektów. W pierwszej kolejności należy utworzyć kilka definicji terminów (pojęć), układając je w odpowiedniej hierarchii, następnie przejść do analizy własności tych pojęć.

W literaturze przedmiotu można odnaleźć kilka możliwych strategii realizacji budowy hierarchii. Jedną z nich jest podejście zwane „dół – góra” (*bottom – up*). Jest to proces, który zaczyna się od najbardziej szczegółowych pojęć, przechodząc przez poszczególne poziomy, łącząc je w większe całości (w bardziej ogólne pojęcia). A. Bassara krytykuje to podejście za zbyt dużą liczbę detali i problem ze znalezieniem nadklasy dla dwóch istotnie różnych klas, co może doprowadzić do dużej liczby poprawek [Bassara 2004b].

Następne podejście to „góra – dół” (*top – down*). Proces ten zaczyna się od zdefiniowania najbardziej ogólnych pojęć, a następnie są one uszczegóławiane. Podejście to, zdaniem A. Bassary, ma wadę, mianowicie: włączenie klas nadrzędnych do ontologii może nie być wymagane przez użytkownika końcowego. Badacz widzi jednak również plusy tego ujęcia. Rozwiązanie to umożliwia dobrą kontrolę nad stopniem szczegółowości, który jest pożądanym i mile widzianym przez projektantów.

Istnieje jeszcze podejście łączące obie powyższe strategie: definiowane są najbardziej oczywiste pojęcia, a następnie są one uszczegóławiane.

Nie ma idealnej metody; jej wybór zależy od podejścia projektanta ontologii. Zdaniem teoretyków podejście mieszane jest najłatwiejszą metodą [Gliński 2011].

5. Definiowanie własności klas. Po utworzeniu klas, następnym krokiem jest zdefiniowanie ich właściwości (wewnętrzna struktura pojęć). W kroku trzecim ustalono listę klas na podstawie listy terminów. Pozostałe terminy można wykorzystać jako listę własności klas. Każda z klas będzie zawierać pogrupowane własności.

Można wyróżnić parę typów własności obiektów:

- Własności zewnętrzne.
- Własności wewnętrzne.
- Własności typu części.
- Stosunki z innymi obiektami (dotyczy to relacji pomiędzy obiektami).
- Własności dziedziczone.

6. Definiowanie cech własności klas (atrybutów). Klasy mają własności, a badając dokładnie to zagadnienie, można zauważyć, że własności zawierają pewne cechy opisujące typ ich wartości, przy czym musi być zachowana tak zwana kardynalność atrybutu, określająca, jak wiele wartości może mieć dana cecha. Systemy różnie to traktują: niektóre rozróżniają wartości pojedyncze, które mogą mieć tylko jedną własność, inne umożliwiają określenie minimalnej i maksymalnej dopuszczalnej liczby wartości.

7. Tworzenie wystąpień klas. W ostatnim kroku tworzymy wystąpienia dla poszczególnych klas. Wymaga to:

- Wybrania klasy.
- Stworzenia wystąpienia dla klasy.
- Określenia własności.

4. Wybrane języki opisu ontologii

Ontologie są opisem fragmentu rzeczywistości, który służy realizacji zadań tworzenia i przetwarzania wiedzy. W tym celu niezbędne stało się stworzenie języka, który umożliwiałby opis danych i operacji na ontologiach. Jednym z najpopularniejszych języków ontologii jest *Resource Description Framework* (RDF), drugim jest *Web Ontology Language* (OWL).

Pomysłodawcą języka RDF była organizacja W3C [<http://www.w3.org>]. Język zbudowany jest na bazie języka XML. Celem było przedstawienie wiedzy zawartej w zasobach sieci Web w postaci łatwo przetwarzanej przez systemy informatyczne, nie zaś wyświetlanie ich użytkownikom. Docelowo język miał tworzyć [Filipczyk, Gołuchowski 2004]:

- metadane dostarczające, informacji o systemach funkcjonujących w sieci i ich zasobach,
- procedury automatycznego przetwarzania danych gromadzonych w sieci, dzięki stworzonemu językowi opisu danych, zrozumiałego dla maszyn,
- modele danych, pozwalające na łączenie danych z różnych źródeł i homogeniczne ich przetwarzanie.

Przykład zastosowania RDF:

- przedstawienie informacji o stronach Web (metainformacje), np. data utworzenia,
- utworzenie dokumentu lub informacja np. o autorze, tytule,
- opisywanie własności zakupowanych produktów, np. cena,
- opisywanie zawartości systemów wyszukiwawczych,
- pisywanie bibliotek cyfrowych,
- opisywanie zawartości znaczenia obrazów.

Do lokalizowania i opisanie zasobów sieci WWW wykorzystywany jest URI (*Uniform Resource Identifier*). Najpowszechniejszym rodzajem URI jest URL (*Uni-*

form Resource Locator), dzięki temu możliwe jest identyfikowanie nazw domenowych w sieci WWW. Przykład pliku RDF przedstawiono na rys. 1.

```
<RDF:RDF xmlns:RDF="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:ANIMALS="http://www.some-fictitious-zoo.com/rdf#">

  <RDF:Seq about="http://www.some-fictitious-zoo.com/all-animals">
    <RDF:li>
      <RDF:Description about="http://www.some-fictitious-zoo.com/mammals/lion">
        <ANIMALS:name>Lion</ANIMALS:name>
        <ANIMALS:species>Panthera leo</ANIMALS:species>
        <ANIMALS:class>Mammal</ANIMALS:class>
      </RDF:Description>
    </RDF:li>
    <RDF:li>
      <RDF:Description about="http://www.some-fictitious-zoo.com/arachnids/tarantula">
        <ANIMALS:name>Tarantula</ANIMALS:name>
        <ANIMALS:species>Avicularia avicularia</ANIMALS:species>
        <ANIMALS:class>Arachnid</ANIMALS:class>
      </RDF:Description>
    </RDF:li>
    <RDF:li>
      <RDF:Description about="http://www.some-fictitious-zoo.com/mammals/hippopotamus">
        <ANIMALS:name>Hippopotamus</ANIMALS:name>
        <ANIMALS:species>Hippopotamus amphibius</ANIMALS:species>
        <ANIMALS:class>Mammal</ANIMALS:class>
      </RDF:Description>
    </RDF:li>
  </RDF:Seq>
</RDF:RDF>
```

Rys. 1. Przykładowy plik RDF

Źródło: [https://developer.mozilla.org/pl/docs/Kurs_XUL/Wprowadzenie_do_RDF, dostęp: 5.05.2013].

W przykładzie opisano trzy rekordy, po jednym dla każdego zwierzęcia. Każdy tag *RDF:Description* opisuje pojedynczy rekord, a w każdym rekordzie znajdują się trzy pola: *name*, *species* i *class*. Własność *name* opisuje nazwę zwierzęcia, np.: Tarantula. Własność *species* opisuje gatunek zwierzęcia, a *class* – gromadę. Każdy rekord ma przyporządkowany adres URI, który jest wykorzystywany do identyfikowania zasobów sieci WWW. Język RDF operuje identyfikatorami zasobów, własności i wartości, jak w przykładzie:

- identyfikator zasobu – <http://www.some-fictitious-zoo.com/arachnids/tarantula>,
- własność – *name*,
- wartość – Tarantula.

Wiedza w RDF przedstawiana jest także w postaci trójek: obiekt, rodzaj powiązania, wartość cechy. Pozycje trójki RDF mogą być interpretowane jako [Gołuchowski 2005]:

- podmiot (*subject*),
- orzeczenie/ predykant (*predicate*),
- dopełnienie (*object*).

RDF, określane jako RDF/XML, od roku 2004 stało się standardem preferowanym przez W3C (Word Wide Web Consortium).

Jak wcześniej wspomniano, RDF jest szczególnie przydatny do opisu metadanych określających zawartość stron WWW (tj. autora strony, data modyfikacji). Zawiera jednak wiele ograniczeń, części z nich w zapisie ontologii można uniknąć, stosując OWL (*Web Ontology Language*).

OWL powstał jako rozszerzenie języka RDF i, podobnie jak RDF, może być interpretowany przez programy komputerowe. Cele OWL i RDF są zbieżne, jednakże OWL dzięki bogatszemu słownikowi i składni ma większe możliwości interpretacyjne.

Wyróżnia się trzy wersje języka OWL; różnią się one siłą ekspresji, czyli wyrażania [Gołuchowski 2005, s. 220]:

- OWL-Lite,
- OWL DL (*OWL Description Logic*),
- OWL Full.

Siła ekspresji pierwszego języka jest ograniczona w zakresie klasyfikacji do hierarchii, liczności ograniczone są do własności, a ilości ograniczone do 0 lub 1. Maksymalną (przy zachowaniu komputerowej mocy obliczeniowej) ekspresyjność reprezentuje OWL DL. Podstawą tej wersji języka jest logika dyskretna. OWL Full ma maksymalną siłę wyrażania, jednak bez gwarancji obliczalności.

5. Podsumowanie

W dobie zalewających nas informacji w Internecie i w związku z koniecznością jej przetwarzania ontologia cieszy się coraz większym zainteresowaniem. Nad ontologią prowadzone są liczne badania z zakresu jej zarówno użyteczności, jak i oceny. Ontologie zyskują coraz szersze zastosowanie, szczególnie dotyczy to semantycznych sieci WWW. Niestety zasoby sieci nie są budowane pod kątem wyszukiwarek semantycznych, a samym wyszukiwarkom brakuje wystarczająco skutecznych algorytmów wyszukiwających. Konstruowanie ontologii nie jest procesem łatwym. Przewiduje się, że badania będą odgrywały coraz większą rolę, co może się przyczynić do znacznego jej usystematyzowania. A. Bassara zauważył, że tworzenie ontologii wraz ze wzrostem stopnia usystematyzowania przedmiotu przestaje być sztuką, a staje się inżynierią [Bassara 2004b].

Literatura

Bassara A., *I weź tu dogadaj się – Ontologie*, „Gazeta IT” 2004a, nr 1(20).

Bassara A., *Ontology Engineering – Ontologie*, „Gazeta IT” 2004b, nr 2(21).

Filipczyk B., Gołuchowski J., *Perspektywy wykorzystania ontologii w procesie przetwarzania języka naturalnego w systemach zarządzania wiedzą*, http://www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/288.pdf [dostęp: 5.03.2013].

- Gliński W., *Systemy reprezentacji wiedzy*, Stowarzyszenie Bibliotekarzy Polskich, 2011.
- Gołuchowski J., *Technologie informatyczne w zarządzaniu wiedzą w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2005.
- Gruber T.R., *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Stanford Knowledge Systems Laboratory, 1993, <http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>, [dostęp: 5.05.2013].
- Maedche A., *Web information tracking using ontologies. Intelligent systems in accounting*, "Finance and Management" 2004, no. 12.
- Noy N.F., McGuinness D.L., *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, SMI Tech., Stanford University, <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html> [dostęp: 5.01.2013].
- Wielka Encyklopedia PWN*, tom 19, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.

ONTOLOGY – AN ATTEMPT TO SYSTEMATIZE CONCEPTS

Summary: Ontology is the subject of research in various fields of science, including humanities and economics. At present, ontologies are the subject of research in various research facilities, among others, engineering systems, knowledge engineering and knowledge management theory. The most important aspect from the point of view of this article is the aspect of knowledge management. The first definition created for the purpose of computing is the definition of T. Gruber in 1993. It was used in the field of artificial intelligence in order to facilitate the sharing and reuse of stored knowledge. This article attempts to present some concepts of the ontology. The selected ontology definitions created by T. Gruber, A. Bassara and A. Maedche. The principles and process of creating ontologies. The last part presents selected ontology description languages such as Resource Description Framework (RDF) and Web Ontology Language (OWL).

Keywords: ontology, definitions of ontology, the creation of ontologies, ontology description languages, Resource Description Framework, Web Ontology Language.