

Lech TUZINKIEWICZ
Politechnika Wrocławska, Instytut Informatyki
Ilona SEKULSKA-GRULICH
AION Sp. z o.o

MODELOWANIE DANYCH Z WYKORZYSTANIEM ONTOLOGII

Streszczenie. W rozdziale przedstawiono podstawowe pojęcia związane z ontologią i jej wykorzystaniem w projektowaniu baz danych. Zaproponowano metodę oceny zgodności modeli konceptualnych danych w kontekście zbioru ontologii, która pozwala ocenić wierność odwzorowania wycinka rzeczywistości za pomocą modelu konceptualnego danych. Całość została zilustrowana przykładem zastosowania przedstawionej metody.

Słowa kluczowe: model danych, ontologia, projektowanie baz danych

DATA MODELING WITH THE USE OF ONTOLOGIES

Summary. In this chapter the basic concepts of ontology and its use in the design of databases is presented. A method of conformity assessment of conceptual data models in the context of a set of ontology has been introduced. The method allows to assess the quality of representation of a considered problem domain (a part of reality) by means of a conceptual data model. The whole is illustrated by an example of using the presented method.

Keywords: data model, ontology, database design

1. Wstęp

Modelowanie danych jest kluczowym elementem w procesie projektowania baz danych. O jakości produktu końcowego (bazy danych) w dużej mierze decyduje jakość modelu danych na najwyższym poziomie abstrakcji, tzn. zgodność oraz spójność modelu konceptualnego danych z modelowanym wycinkiem rzeczywistości. Ocena zgodności (wierność odwzorowania dziedziny) może być oceniana w kontekście ontologii rozpatrywanej dziedziny.

Ontologia definiuje pojęcia (słownik) specyficzne dla określonej dziedziny przedmiotowej w postaci zbioru konceptów i relacji między nimi. Dzięki temu możliwa jest:

- jednakowa interpretacja informacji i rozumienie dziedziny,
- współużytkowanie i wielokrotne użycie wiedzy dziedzinowej,
- analizowanie i wyjaśnianie pojęć dziedzinowych,
- wyznaczenie granicy pomiędzy wiedzą dziedzinową a dodatkową wiedzą (informacją) wynikającą ze specyfiki opracowywanych systemów informatycznych.

W artykule przedstawiono podstawowe pojęcia związane z ontologią i jej wykorzystaniem w projektowaniu baz danych. Zaproponowano metodę oceny zgodności modeli konceptualnych danych w kontekście zbioru ontologii, która pozwala ocenić wierność odwzorowania wycinka rzeczywistości za pomocą modelu konceptualnego danych. Całość została zilustrowana przykładem zastosowania przedstawionej metody do oceny modelu konceptualnego danych, reprezentującego byty świata rzeczywistego wyższej uczelni w kontekście dwóch zbliżonych pojęciowo ontologii *Uczelnia* oraz *Gimnazjum*.

Zakres zastosowań ontologii w kontekście problematyki bazodanowej może być znacznie szerszy. Aspekt ten oraz wnioski z przeprowadzonych badań i eksperymentów zostały ujęte w podsumowaniu artykułu.

2. Podstawowe pojęcia

2.1. Ontologia

Najczęściej cytowaną definicją ontologii w literaturze fachowej jest definicja Grubera z 1993 r., określająca ontologię jako jednoznaczny specyfikację konceptualizacji [2, 3]. Cztery lata później Borst doprecyzował definicję Grubera, stwierdzając, że ontologia jest formalną specyfikacją wspólnej konceptualizacji [3]. Według Studera konceptualizacja odnosi się do abstrakcyjnego modelu wycinka rzeczywistości przez identyfikację istotnych w nim pojęć. Jednoznaczność oznacza, że typy użytych pojęć i ograniczeń w ich zastosowaniu są jednoznacznie określone. Formalność wynika z faktu, że ontologia powinna być przetwarzana maszynowo. Wspólna konceptualizacja oznacza, że ontologia ma poparcie reprezentatywnej grupy osób (grupowa akceptowalność i współdzielenie wiedzy).

Alexander Maedche oraz Steffen Staab w 2001 r. w artykule o metodach porównań dwóch ontologii podali formalną definicję ontologii [4]. Na jej podstawie (z uwzględnieniem reprezentacji OWL) została opracowana definicja ontologii jako uporządkowanej siódemki:

$$O = \overset{def}{\langle I, C_O, Thing, I_n, P, H, D_t, \kappa \rangle}, \quad (1)$$

gdzie: I oznacza zbiór identyfikatorów, C_o – zbiór pojęć ontologii, $Thing$ – najbardziej ogólną klasę, I_n – zbiór indywiduów, P – zbiór własności pojęć, H – taksonomię klas, D_t – zbiór typów danych, κ – funkcję przyporządkowującą identyfikator klasie oraz jej właściwościom.

2.2. Model konceptualny

Model konceptualny jest abstrakcją modelowanego wycinka rzeczywistości i reprezentuje byty świata rzeczywistego oraz relacje między nimi, które muszą być trwale reprezentowane w systemie informatycznym [1]. Najczęściej model konceptualny jest przedstawiany za pomocą diagramu klas zdefiniowanych w języku UML lub diagramu encji (ERD).

Model konceptualny jest uporządkowaną dziesiątką:

$$MC = \langle N, C, C_a, A, G, A_s, D, \alpha, o, v \rangle, \quad (2)$$

gdzie: N oznacza zbiór nazw, C – zbiór klas, C_a – zbiór klas asocjacji, A – zbiór atrybutów klas, G – zbiór generalizacji, A_s – zbiór asocjacji, D – zbiór typów danych, α – funkcję przekształcającą zbiór atrybutów klas oraz asocjacji na zbiór nazw, o – funkcję przekształcającą zbiór klas na zbiór nazw, v – funkcję przekształcającą zbiór klas asocjacyjnych na zbiór asocjacji.

3. Ocena zgodności modeli danych względem ontologii

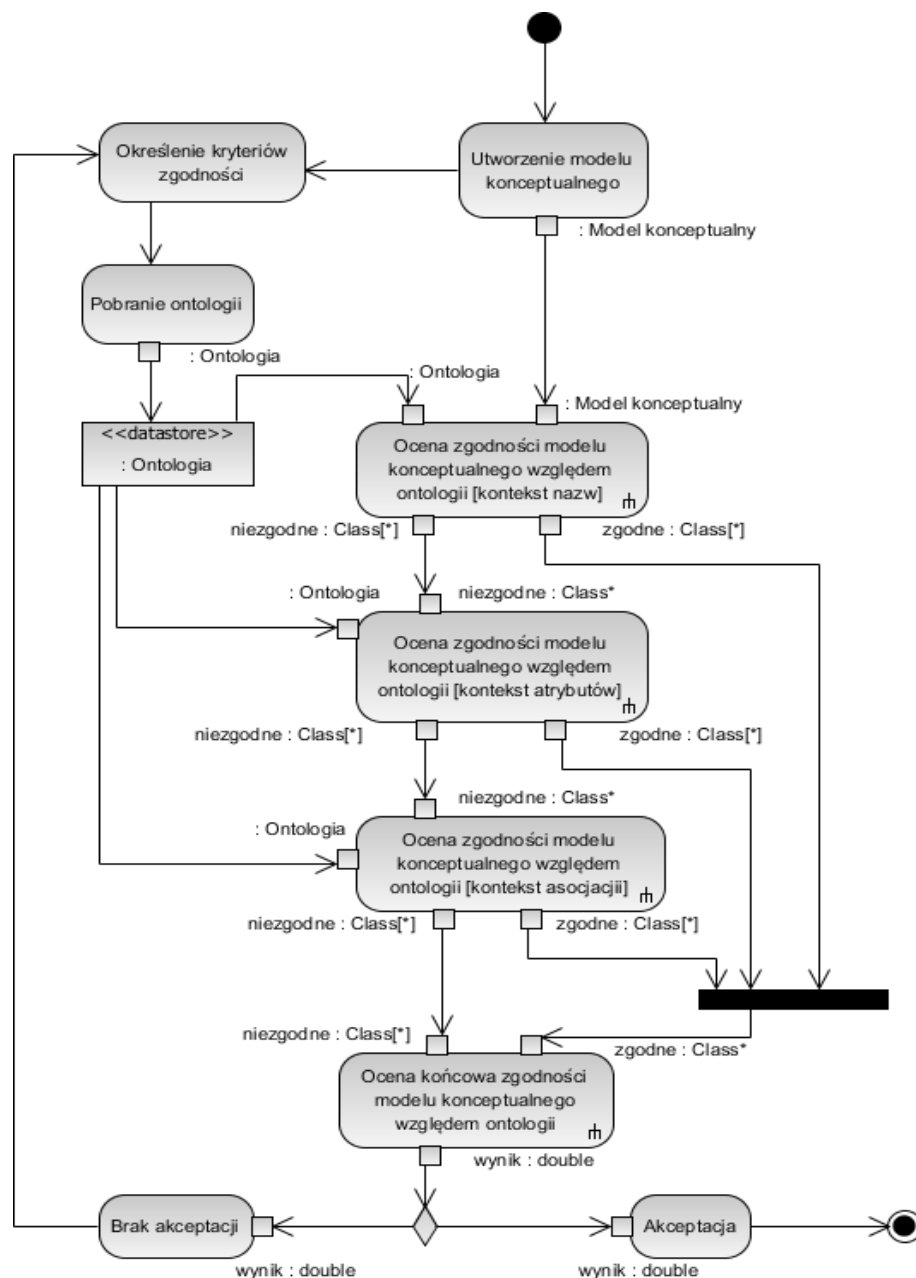
Modelowanie danych na poziomie konceptualnym ma ogromny wpływ zarówno na jakość projektowanej bazy danych, jak i aplikacji, dla których jest ona tworzona. Stąd też faza modelowania musi podlegać weryfikacji w kontekście zgodności z reprezentowaną dziedziną.

Opracowana metoda przeznaczona jest do oceny jakościowej modelu konceptualnego. Proces oceny zgodności modelu konceptualnego względem ontologii został przedstawiony za pomocą diagramu aktywności (rys. 1).

3.1. Opis metody

Celem etapu *Opracowanie modelu konceptualnego* jest utworzenie modelu konceptualnego (diagramu klas), który stanowi artefakt wejściowy w procesie oceny. *Określenie kryterium zgodności* polega na zdefiniowaniu wartości wag i progów wykorzystywanych przy obliczaniu zgodności modelu konceptualnego względem ontologii w kolejnych etapach procesu. Celem etapu *Pobranie ontologii* jest wybór ontologii, względem której jest dokonywana weryfikacja modelu konceptualnego. Ocena zgodności składa się z trzech ocen cząstkowych. Cząstkowe oceny zgodności są realizowane w kontekście nazw, atrybutów oraz asocjacji.

Wynikiem ocen cząstkowych są dwa zbiory klas modelu koncepcyjnego: zgodnych i niezgodnych względem ontologii (w szczególnym przypadku jeden ze zbiorów może być pusty). Ocena zgodności modelu koncepcyjnego w kontekście pojęć i ich własności wybranej ontologii ustalana jest na podstawie zbioru miar i kryteriów zgodności, które zostały zdefiniowane w kolejnym rozdziale.



Rys. 1. Proces oceny zgodności modelu koncepcyjnego względem ontologii
Fig. 1. The conformity assessment of the conceptual model in the context of ontology

3.2. Miary oceny

Ocena modelu koncepcyjnego względem ontologii dokonywana jest na podstawie miar zgodności, które zostały zdefiniowane w modelu jakości. Kluczowe miary dotyczą zgodności

pojęć, atrybutów oraz asocjacji. Relacja generalizacji pomiędzy pojęciami nie została bezpośrednio wyróżniona w miarach, gdyż uwzględnia się ją w definicji wymienionych miar zgodności.

3.2.1. Miara zgodności nazw SM

Miara SM służy do ustalania stopnia zgodności dla nazw klas, atrybutów oraz asocjacji. Wyznacza ona zgodność dwóch dowolnych ciągów alfanumerycznych, bazując na ich najdłuższym wspólnym podciągu.

$$SM(s_1, s_2) = \frac{\text{def } longestSubstr(s_1', s_2')}{\min(|s_1'|, |s_2'|)}, \quad (3)$$

gdzie: s_1, s_2 – dowolne ciągi alfanumeryczne; s_1', s_2' – ciągi alfanumeryczne s_1 i s_2 po usunięciu białych znaków oraz zamianie małych liter na wielkie z wykorzystaniem funkcji *remWhiteSpace*; *longestSubstr* – funkcja wyznaczająca najdłuższy wspólny podciąg dwóch ciągów alfanumerycznych; *min* – funkcja wyznaczająca minimalną wartość dwóch liczb całkowitych.

3.2.2. Miara zgodności atrybutów AM

Miara AM służy do ustalania stopnia zgodności atrybutów klas modelu konceptualnego oraz własności pojęć ontologii.

$$AM(a, p) = \frac{w_1 \cdot sm + w_2 \cdot \sqrt{dt \cdot dd} + w_3 \cdot crd}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad (4)$$

gdzie: a – atrybut klasy modelu konceptualnego, p – własność pojęcia ontologii, w_1 – waga zgodności nazw atrybutów, w_2 – waga zgodności dziedzinowej atrybutów, w_3 – waga zgodności licznosci atrybutów, sm – wartość miary zgodności nazw atrybutu a i własności p , dt – wartość miary zgodności typów atrybutu a i własności p , dd – wartość miary zgodności dziedzin atrybutu a i własności p , uwzględniająca relacje generalizacji między dziedzinami (pojęciami), crd – wartość miary zgodności licznosci atrybutu a i własności p .

3.2.3. Miara zgodności asocjacji RM

Miara RM służy do ustalania stopnia zgodności asocjacji między klasami modelu konceptualnego oraz pojęciami ontologii.

$$RM(r, p_o) = \frac{w_1 \cdot sm + w_2 \cdot ranDom + w_3 \cdot crd}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad (5)$$

gdzie: r – binarna asocjacja między klasami modelu konceptualnego, p_o – asocjacja między pojęciami ontologii, w_1 – waga zgodności nazw asocjacji, w_2 – waga zgodności dziedzinowej asocjacji, w_3 – waga zgodności licznosci asocjacji, sm – wartość miary zgodności nazw aso-

cji r oraz p_o ; gdy r nie jest zgodna z kierunkiem asocjacji, wartość sm jest obliczana na podstawie nazwy odwrotnej relacji do r oraz nazwy relacji odwrotnej do p_o , $ranDom$ – wartość miary dziedzinowej zgodności asocjacji r oraz p_o , crd – wartość miary zgodności liczności asocjacji r oraz p_o .

3.2.4. Miara zgodności pojęciowej CM

Miara CM służy do ustalania stopnia zgodności klasy modelu konceptualnego oraz pojęcia ontologii.

$$CM(c, c_o) = \frac{w_1 \cdot sm + w_2 \cdot \overline{AM}(c, c_o) + w_3 \cdot \overline{RM}(c, c_o)}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad (6)$$

gdzie: c – klasa modelu konceptualnego, c_o – pojęcie ontologii, w_1 – waga zgodności nazw pojęć, w_2 – waga zgodności atrybutów pojęć, w_3 – waga zgodności asocjacji pojęć, \overline{AM} – wartość miary zgodności atrybutów klasy c oraz pojęcia c_o , \overline{RM} – wartość miary zgodności asocjacji klasy c oraz pojęcia c_o .

3.2.5. Miara jakości modelu konceptualnego względem ontologii MTQ

Miara MTQ jest miarą jakości, której wartość jest podstawą do oceny zgodności modelu konceptualnego względem ontologii.

$$MTQ(MC, O) = \frac{\sum_{c \in AC} CM(c, ref(c))}{|C|}, \quad (7)$$

gdzie: MC – model konceptualny, O – ontologia, AC – zbiór zgodnych klas modelu konceptualnego MC względem ontologii O , ref – funkcja przyporządkowująca klasie modelu konceptualnego pojęcie ontologii O , CM – miara zgodności pojęciowej, C – zbiór klas modelu konceptualnego.

3.2.6. Funkcja oceny jakości modelu konceptualnego względem ontologii MTE

Funkcja MTE wyznacza poziom jakości modelu konceptualnego w zakresie zgodności z modelowaną dziedziną (ontologią). Interpretuje wartość miary jakości MTQ, wyznaczając cztery poziomy: nieakceptowany (ang. *non-acceptably*), minimalny (ang. *minimum*), docelowy (ang. *target*) oraz powyżej wymagań (ang. *exceeded*).

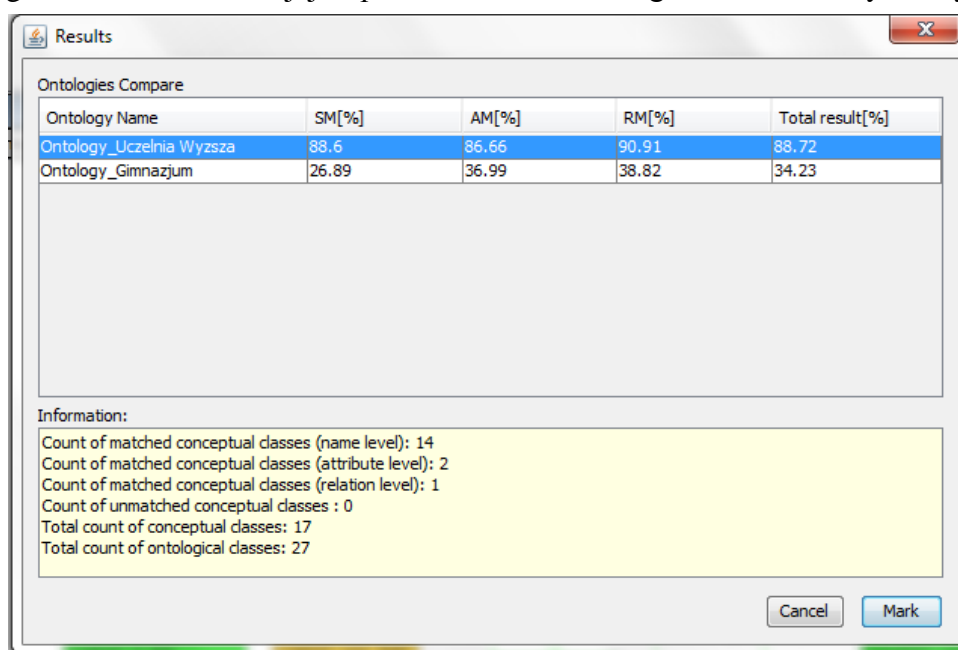
$$MTE(v) = \begin{cases} exceeded & \text{dla } v > 0,9 \\ target & \text{dla } 0,7 \leq v \leq 0,9 \\ minimum & \text{dla } 0,5 \leq v < 0,7 \\ non\ acceptably & \text{dla } v < 0,5 \end{cases}, \quad (8)$$

gdzie $v = MTQ(MC, O)$, zgodnie z definicją (7).

4. Podsystem MatchModel wspierający ocenę zgodności modeli konceptualnych w kontekście zbioru ontologii

Opracowany przez autorów podsystem ModelMatch pozwala na interaktywny, wieloetapowy proces oceny jakościowej modelu konceptualnego względem ontologii. Wymaga on określenia zbioru ontologii, na podstawie których przeprowadza się weryfikację i ocenę modeli danych. Ontologie mogą być pobrane z dostępnych zasobów (np. Swoogle [5]) lub opracowane we własnym zakresie (najlepiej przy współudziale ekspertów dziedzinowych). Przykładowe wyniki oceny modelu konceptualnego względem wybranych ontologii zostały przedstawione na rys. 2.

Podsystem ModelMatch stanowi rozszerzenie funkcjonalności środowiska Visual Paradigm for UML [6] i został zaimplementowany w języku Java. Visual Paradigm jest oprogramowaniem służącym do modelowania procesów biznesowych w notacji BPMN oraz systemów informatycznych w notacji UML 2.1. ModelMatch bazuje na modelach konceptualnych i ontologiach zapisanych w formacie XMI. Większość dostępnych edytorów ontologii dostarcza funkcjonalności eksportu ontologii do formatu XMI, np. Protege. Szczegółowy opis zapisu ontologii w formacie XMI i jej importu do Visual Paradigm został zawarty w artykule [7].



Ontology Name	SM[%]	AM[%]	RM[%]	Total result[%]
Ontology_Uczelnia Wyzsza	88.6	86.66	90.91	88.72
Ontology_Gimnazjum	26.89	36.99	38.82	34.23

Information:
Count of matched conceptual classes (name level): 14
Count of matched conceptual classes (attribute level): 2
Count of matched conceptual classes (relation level): 1
Count of unmatched conceptual classes : 0
Total count of conceptual classes: 17
Total count of ontological classes: 27

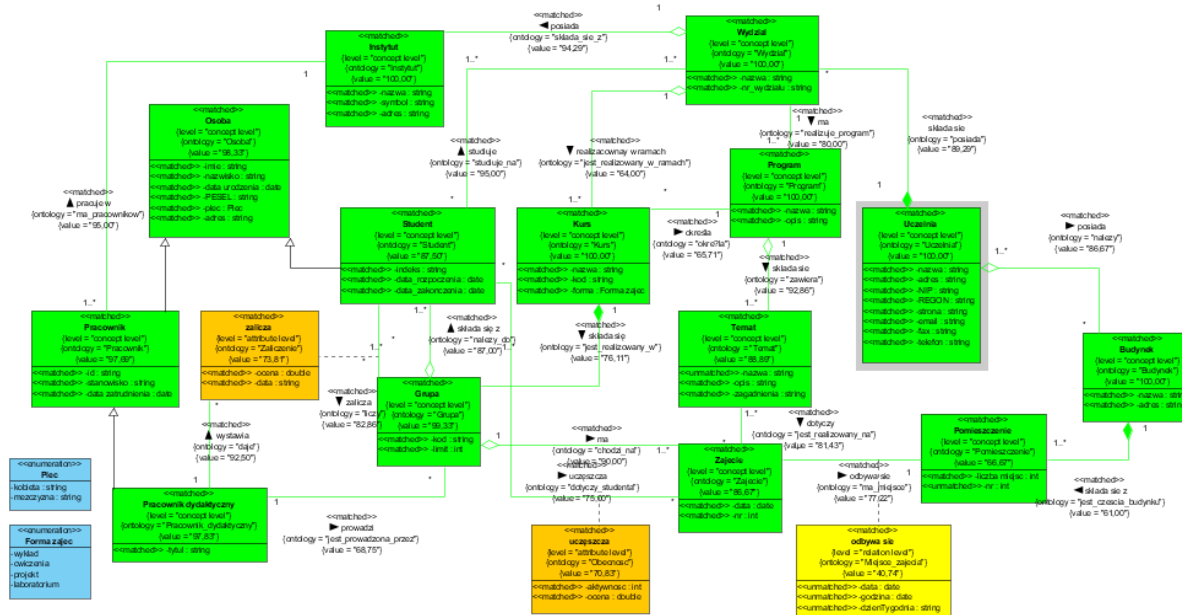
Rys. 2. Ocena modelu konceptualnego względem wybranych ontologii

Fig. 2. The conformity assessment of the conceptual data model in relation to the selected ontologies

Podstawowe funkcjonalności ModelMatch:

- import zbioru ontologii do projektu Visual Paradigm (w odróżnieniu od standardowej funkcji importu XMI Visual Paradigm, która nadpisuje kolejne zaimportowane ontologie),

- definiowanie kryterium zgodności, tj. wag i progów zgodności,
- oceny automatyczna i interaktywna modelu konceptualnego względem zbioru ontologii,
- reprezentacja ontologii za pomocą diagramu klas,
- wizualizacja wyników oceny zgodności modelu konceptualnego względem wybranej ontologii (rys. 3),
- generowanie raportu zawierającego ocenę zgodności modelu konceptualnego względem wybranych ontologii.



Rys. 3. Wizualizacja wyników oceny zgodności na diagramie klas

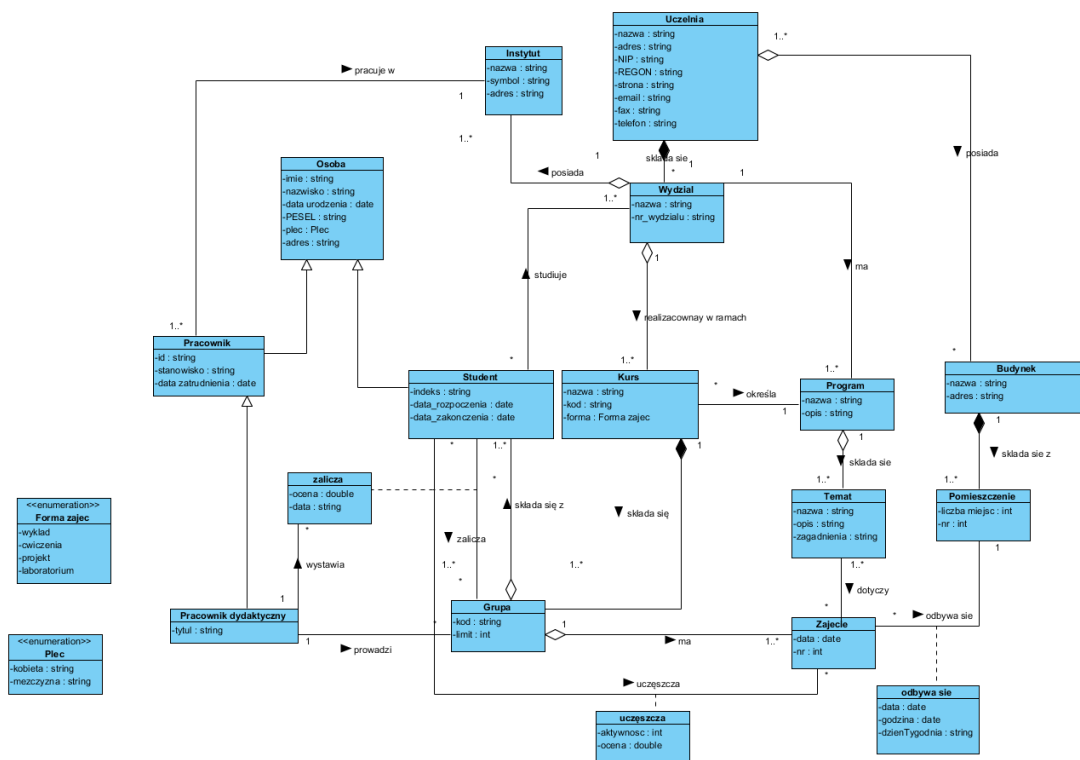
Fig. 3. Visualization of results of conformity assessment on the classes diagram

5. Eksperyment

Metoda oceny zgodności modeli konceptualnych danych, w kontekście istniejącego zbioru ontologii, została wstępnie zweryfikowana na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych eksperymentów. Jednym z użytych w eksperymencie przykładów jest model konceptualny *Uczelnia*, przedstawiony na rys. 4.

Eksperyment polegał na ocenie zgodności modelu konceptualnego danych w odniesieniu do dwóch ontologii dziedzinowych: *Wyższa uczelnia* oraz *Gimnazjum*. Pierwsza ontologia reprezentuje obszar związany z funkcjonowaniem wyższej uczelni (*Wyższa uczelnia*), a druga – pokrewną dziedzinę dotyczącą nauczania w szkole średniej (*Gimnazjum*).

Zgodność modelu konceptualnego *Uczelnia* względem ontologii *Wyższa uczelnia* została wyznaczona na poziomie docelowym 88,72% (tab. 1).



Rys. 4. Model konceptualny danych *Uczelnia*
 Fig. 4. Conceptual data model *University*

Tabela 1

Ocena modelu konceptualnego *Uczelnia* względem ontologii *Wyższa uczelnia* (raport z podsystemu ModelMatch)

Ocena modelu względem ontologii	Wartość procentowa [%]
Zgodność modelu (kontekst nazw)	88,60
Zgodność modelu (kontekst atrybutów)	86,66
Zgodność modelu (kontekst asocjacji)	90,91
Kompleksowa zgodność	88,72

Zdecydowana większość klas została rozpoznana w kontekście nazw (14 z 17), pozostałe klasy zostały rozpoznane na podstawie atrybutów (2 z 17) oraz asocjacji (1 z 17). Niepełna zgodność z ontologią w kontekście nazw wynika z faktu nierozpoznania klas asocjacyjnych. Nazwy klas asocjacyjnych w modelu konceptualnym mają formę czasownikową (np. odbywa się, uczęszcza, zalicza) w przeciwieństwie do ontologii, w której te same pojęcia są wyrażane rzeczownikami (Miejsce zajęć, Obecność, Zaliczenie). Ponadto istnieją rozbieżności nazewnictwa asocjacji (np. posiada, składa się). Inną istotną kwestią może być to, że model konceptualny w odróżnieniu od ontologii zawiera aspekt systemowy. Z tego względu hierarchia pojęć w ontologii może być bardziej rozbudowana aniżeli w modelu konceptualnym.

Ocena zgodności modelu konceptualnego *Uczelnia* względem ontologii *Gimnazjum* jest na zdecydowanie niższym poziomie, tzn. 34,23% (tab. 2), wybrana ontologia reprezentuje bowiem zbliżoną dziedzinę w stosunku do modelowanej przez model konceptualny.

Tabela 2

Ocena modelu konceptualnego *Uczelnia* względem ontologii *Gimnazjum* (raport z podsystemu ModelMatch)

Ocena modelu konceptualnego względem ontologii	Wartość procentowa [%]
Zgodność w kontekście nazw	26,89
Zgodność w kontekście atrybutów	36,99
Zgodność w kontekście asocjacji	38,82
Kompleksowa zgodność	34,23

Chociaż dziedziny ontologii i modelu konceptualnego są zbliżone, to można zauważyć znaczące różnice, między innymi w zakresie pojęć oraz relacji między nimi. Poziom identyfikacji klas dowodzi, że rozpatrywane dziedziny są podobne, ale ocena końcowa pozwala jednoznacznie wskazać *Wyższą uczelnię* jako dziedzinę reprezentowaną przez model konceptualny danych.

Aktywny udział użytkownika (interakcja z systemem) w procesie identyfikacji i dopasowania elementów modelu konceptualnego w odniesieniu do rozpatrywanych ontologii pozwala na poprawę poziomu dopasowania modeli (w omawianych przykładach o ok. 50%).

6. Wnioski

Problem weryfikacji modeli konceptualnych danych z użyciem ontologii został, z racji ograniczeń redakcyjnych, przedstawiony w sposób sygnałny i należy ten materiał traktować jako prezentację realizowanych przez autorów badań.

Wykorzystanie ontologii w procesie projektowania baz danych pozwala na wczesną weryfikację modelu danych i jednoczesne wykrywanie niespójności, zduplikowanych pojęć w modelu danych oraz nadmiarowości.

Potencjalne zakresy wykorzystania ontologii w procesie modelowania danych to między innymi:

- ustalanie dziedziny przedmiotowej na podstawie analizy bazy spadkowej i ustalanie zgodności (podobieństwa) w obrębie zbioru ontologii,
- wybór modelu konceptualnego ze zbioru proponowanych modeli w kontekście zgodności z modelowaną dziedziną,
- generowanie modelu konceptualnego na podstawie ontologii określonej dziedziny przez projekcję i odwzorowanie ontologii w kontekście zdefiniowanych wymagań funkcjonalnych aplikacji, które mają wykorzystywać tworzoną bazę danych,
- tworzenie ontologii na podstawie zbioru zweryfikowanych modeli danych (wyspecyfikowanych na różnych poziomach abstrakcji).

Problemy, jakie pojawiły się podczas oceny zgodności modelu konceptualnego z ontologią, są następujące:

- Z definicji ontologia reprezentuje większy obszar pojęciowy, a w związku z tym ma bardziej rozbudowaną hierarchię pojęć aniżeli model konceptualny. Z tego powodu należy uwzględnić taksonomię na etapie wyznaczania zgodności atrybutów i asocjacji. W praktyce oznacza to, że przy wyznaczaniu średniej zgodności atrybutów brane są pod uwagę nie tylko bezpośrednie atrybuty, ale również odziedziczone. Analogiczna sytuacja występuje w przypadku asocjacji.
- Różnice w nazewnictwie tych samych pojęć w modelu konceptualnym i w ontologii. Nazwy tych samych pojęć mogą być synonimami, np. klient i kontrahent. Ponadto nazwy klas modelu konceptualnego mogą być reprezentowane z uwzględnieniem aspektu systemowego. Z tego względu wyznaczanie zgodności nazw nie może być podstawą do oceny zgodności modeli.
- Brak relacji z klasami asocjacyjnymi w ontologii wymusza odpowiednią ich transformację do zbioru relacji binarnych.
- Wyznaczanie zgodności atrybutów wymaga szukania podobieństwa na podstawie nazw, dziedzin wartości, a w szczególnym przypadku również analizy występujących wartości (o ile dostępny jest zbiór obiektów klas i baza wiedzy dziedzinowej).

Podsumowując, należy stwierdzić, że efekty prowadzonych badań motywują do dalszych prac w tym zakresie. Obecnie realizowane eksperymenty mają na celu weryfikację i „dostrojenie” zbioru miar będących podstawą oceny jakości modeli konceptualnych danych. Osobnym zagadnieniem jest stworzenie wiarygodnego zbioru ontologii (zweryfikowanego przez ekspertów dziedzinowych) dla typowych obszarów zastosowań.

BIBLIOGRAFIA

1. Dubielewicz I., Hnatkowska B., Huzar Z., Tuzinkiewicz L.: *Metodyka QUAD. Sterowane jakością wytwarzanie aplikacji bazodanowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
2. Gasevic D., Djuric D., Devedzic V.: *Model Driven Architecture and Ontology Development*. Springer, Vancouver, Kanada 2006.
3. Gómez-Pérez A., Fernández-López M., Corcho O.: *Ontological Engineering*. Springer, London 2004.
4. Maedche A., Staab S.: *Scientific Literature Digital Library and Search Engine. Comparing Ontologies – Similarity Measures and a Comparison Study*. [Online], marzec 2001, [dostęp: 6 czerwca 2011].

5. Swoogle. Home Page. [Online] [dostęp: 6 czerwca 2011], <http://swoogle.umbc.edu/>.
6. Visual Paradigm. Home Page. [Online] [dostęp: 15 czerwca 2011], <http://www.visual-paradigm.com/>.
7. Waralak V. S.: Utilizing Ontologies Using Ontology Editor for Creating Initial Unified Modeling Language (UML) Object Model. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2010.

Wpłynęło do Redakcji 31 stycznia 2012 r.

Abstract

Data modeling is a key element in the process of database design. The quality of the database as a final product of the design process depends on the artifacts of modeling at the highest level of abstraction. A conceptual model (result of modeling) should be compatible and consistent with modeled part of reality. Quality of conceptual data model understood as fidelity of domain mapping can be evaluated in the context of the ontology of the considered domain.

The chapter presents the basic concepts of ontology and its use in the design of databases. A method of conformity assessment of conceptual data models in the context of a set of ontology allows to assess the fidelity of mapping of part of reality by conceptual data model, and is represented by the activity diagram (Fig. 1)

Evaluation of the conceptual data models in the context of the ontology is made on the basis of measures of compliance that are part of the quality model. Definitions of exemplary measures present equations (3) - (8).

As an example of the application of the presented method (with using ModelMatch subsystem) for conformity assessment, the exemplary conceptual data model with two ontologies is discussed. The results are presented in Tables 1 and 2.

The effects of the study encourage further work in this field. Ongoing experiments aim at verifying and "tuning" a set of metrics that are the basis for evaluating the quality of conceptual data models. Another issue is the creation of a reliable set of ontologies (verified by domain experts) for the typical application areas.

Adresy

Lech TUZINKIEWICZ: Politechnika Wrocławska, Instytut Informatyki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Polska, lech.tuzinkiewicz@pwr.wroc.pl.

Ilona SEKULSKA-GRULICH , AION Sp. z o.o, ul. Wita Stwosza 3/4 50-148 Wrocław, Polska, ilona.grulich@aion.com.pl.