

## Budowa ontologii na potrzeby oceny jakości serwisów internetowych

Nadesłany 20.11.13 | Zaakceptowany do druku 01.12.14

**Paweł Ziemba\***, **Ryszard Budziński\*\***

W artykule przedstawiono koncepcję integracji metod oceny jakości serwisów internetowych. Do realizacji tego celu autorzy proponują zastosowanie ontologii odzwierciedlających wskazane metody. Do budowy takich ontologii zastosowano metodykę Methontology, a głównym problemem była ocena skonstruowanych ontologii. Proces oceny został przeprowadzony z wykorzystaniem mechanizmu wnioskującego i logiki opisowej, co pozwoliło na wskazanie i usunięcie błędów w modelowanej ontologii.

**Słowa kluczowe:** modelowanie ontologii, integracja ontologii, Methontology, logika opisowa.

## Ontology Construction for the Website Quality Evaluation

Submitted 20.11.13 | Accepted 01.12.14

In the paper the conception of integration of websites quality assessment methods was formulated. In this case the authors proposed using ontologies which will be created for those methods. For building ontologies, the Methontology methodology was used. The main problem was an evaluation of created ontology. The evaluation was done using a reasoner and description logic, which let indicate and repair errors in the modeled ontology.

**Keywords:** ontology modeling, ontology integration, Methontology, description logic.

**JEL:** C88

---

\* **Paweł Ziemba** – dr inż., Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Gorzowie Wielkopolskim, Wydział Techniczny.

\*\* **Ryszard Budziński** – prof. dr hab., Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania.

---

Adres do korespondencji: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Gorzowie Wielkopolskim, Wydział Techniczny, 66-400 Gorzów Wielkopolski, ul. Chopina 52; Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, 71-101 Szczecin, ul. Mickiewicza 64; e-mail: pziemba@pwsz.pl, ryszard.budzinski@wneiz.pl.

## 1. Wstęp

Metody oceny jakości pojawiają się w licznych pracach naukowych dotyczących różnego rodzaju serwisów internetowych. Jeżeli chodzi o konkretne metody oceny jakości serwisów, wyróżnić wśród nich można m.in. eQual, Web Portal Site Quality, metoda T.Ahn, SiteQual, Website Evaluation Questionnaire.

Analizując wymienione metody oceny jakości serwisów internetowych, można stwierdzić, że korzystają one ze zbliżonych charakterystyk i kryteriów oceny. Podobieństwa między metodami występują również w metodykach i skalach oceniania, gdyż metody te do oceny stosują ankiety i skalę Likerta. Przyczyną tych podobieństw jest fakt, że różne metody są często oparte na tych samych teoriach naukowych i źródłowych pozycjach literatury.

Wskazane podobieństwa pozwalają na utworzenie jednolitej struktury kryteriów, zawierającej kryteria wykorzystywane w poszczególnych metodach oceny jakości. Wprawdzie w literaturze dotyczącej oceny jakości serwisów znaleźć można różne bazy kryteriów (Chiou, Lin i Perng, 2010; Hasan i Abuelrub, 2011), jednak są one tworzone w sposób chaotyczny, bez sformalizowanej metodyki ich powstawania. Tymczasem, ze względu na fakt występowania pewnych podobieństw pomiędzy poszczególnymi metodami oceny, jest możliwe zbudowanie omówionej wcześniej struktury kryteriów w sposób sformalizowany, na podstawie integracji metod. Formalizację procesu integracji szeregu metod oceny jakości w strukturę kryteriów wykorzystywanych w różnych metodach umożliwia inżynieria ontologii.

Jeżeli chodzi o samą procedurę integracji wielu metod oceny, to należy ją rozpocząć od zbudowania ontologii dla poszczególnych metod oceny jakości serwisów. Następnie, opierając się na teorii ontologii, należy przeprowadzić integrację zbudowanych ontologii. W ten sposób zostanie uzyskana ontologia zawierająca strukturę kryteriów pochodzących z różnych metod oceny jakości serwisów. Ontologia taka może stanowić bazę wiedzy systemu ekspertowego służącego ocenie jakości serwisów. Dodatkowo umożliwiłaby ona integracji heterogenicznych danych pochodzących z różnych metod oceny. Pozwoliłoby to na ocenę serwisów za pomocą różnych metod i porównanie poszczególnych wyników oceny w jednej terminologii i na jednej płaszczyźnie odniesienia.

W niniejszej pracy przedstawiono proces budowy ontologii jakości serwisów internetowych na podstawie metody eQual. W tym celu zastosowano metodykę budowy ontologii Methontology oraz edytor ontologii Protege. Zbudowana ontologia może stanowić podstawę do integracji kolejnych metod oceny jakości i utworzenia omówionej struktury kryteriów.

## 2. Konceptualizacja ontologii eQual

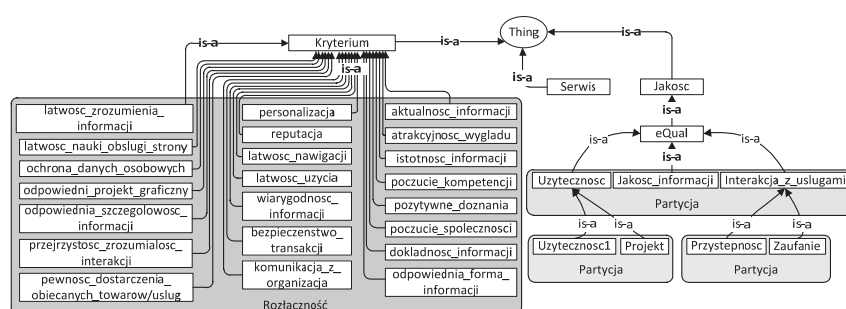
Pierwszym etapem budowy ontologii była konceptualizacja metody eQual. Przykłady realizacji tej fazy budowy ontologii zgodnie z metodyką Methontology można znaleźć w licznych pracach (np. Corcho, Fernandez-Lopez, Gomez-Perez i Lopez-Cima, 2005; Silva, Elias, Costa, Bittencourt, Barros, da Silva, da Silva i Veras, 2011). Podczas realizacji pierwszego zadania, tj. budowy glosariusza terminów, wykorzystano tabelę kryteriów metody eQual (Barnes i Vidgen, 2005). Kryteria te są reprezentowane w ontologii przez koncepty. Ponadto w glosariuszu zawarto terminy, funkcjonujące w ontologii pod postacią atrybutów i relacji. Ujęto tutaj relacje zachodzące pomiędzy konceptami odnoszącymi się do kryteriów i charakterystyk (jestKryterium, maKryterium) oraz relacje występujące pomiędzy instancjami konceptów (maOcena, jestOcena). Przyjęto przy tym założenie, że oceny poszczególnych serwisów względem kolejnych kryteriów będą zawarte w instancjach konceptów reprezentujących kryteria oceny. Fragment glosariusza terminów ontologii eQual zawiera tabela 1.

Termin	Opis	Typ
Personalizacja	Cecha opisująca stopień, w jakim serwis daje poczucie personalizacji	koncept
Jakosc_informacji	Charakterystyka grupująca cechy odnoszące się do jakości informacji	koncept
eQual	Nazwa metody oceny jakości	koncept
jestKryterium (K,Ch)	Cecha K jest kryterium przyporządkowanym charakterystyce Ch	relacja
maKryterium (Ch,K)	Charakterystyka Ch ma przyporządkowaną cechę (kryterium) K	relacja
maOcena (I <sub>S</sub> , I <sub>K</sub> )	Serwis I <sub>S</sub> ma ocenę względem instancji/wystąpienia (I) cechy K	relacja
jestOcena (I <sub>K</sub> , I <sub>S</sub> )	Instancja/wystąpienie (I) cechy K zawiera ocenę dla serwisu I <sub>S</sub>	relacja
maWartoscOceny (I <sub>K</sub> , Integer)	Instancja/wystąpienie (I) cechy K ma całkowitoliczbową wartość oceny	atrybut instancji
maWartoscWagi (K, Double)	Cecha K jest kryterium jakości mającym zmiennoprzecinkową wartość wagi	atrybut klasy

Tab. 1. Fragment glosariusza terminów dla ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

Drugim zadaniem zrealizowanym w etapie konceptualizacji była budowa taksonomii konceptów. W hierarchii tej oddzielono cechy (inaczej mówiąc kryteria) jakości od charakterystyk grupujących poszczególne kryteria. Podejście takie pozwoliło zachować większą przejrzystość ontologii. Ponadto ma to

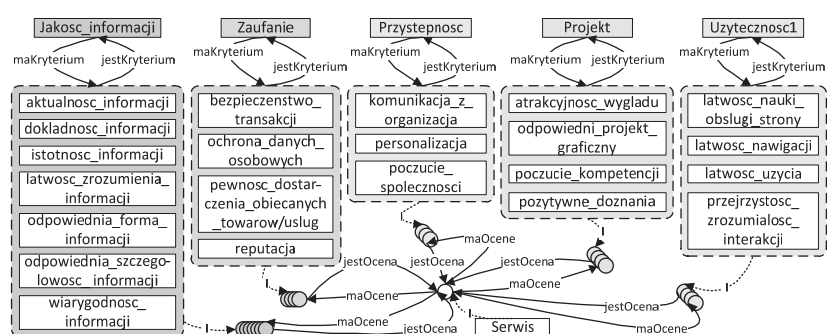
ściśle związek z przyszłą integracją metod oceny oraz jest spójne z reprezentacją świata otwartego i zamkniętego w ontologii. Mianowicie każdy model jakości, zawarty w poszczególnych metodach oceny, jest modelem zamkniętym. Oznacza to, że jest on kompletny i nie mogą być do niego dodane nowe charakterystyki. Inaczej rzecz ujmując, nie istnieją żadne nieujawnione charakterystyki, których brakuje w danym modelu jakości i nie ma tutaj sytuacji braku wiedzy. Model jakości może być więc rozumiany jako zamknięta część świata, do której nie zostanie już dodana żadna nowa wiedza. Z kolei kryteria oceny jakości są otwartym fragmentem świata, co oznacza, że mogą istnieć dodatkowe kryteria, do tej pory nieuwzględnione w ontologii. Z tych względów w części ontologii eQual odzwierciedlającej model jakości eQual posłużono się taksonomicznymi relacjami partycji pomiędzy konceptami występującymi na tym samym poziomie hierarchii. Oznacza to, że koncepty zawarte w koncepcie nadrzędnym są jego kompletnym opisem i nie może pojawić się nowy koncept, który będzie zawarty również w koncepcie nadrzędnym. Na przykład w modelu eQual, charakterystykę „Interakcja z usługami” opisują tylko i wyłącznie podcharakterystyki „Przystępność” i „Zaufanie”. Natomiast pomiędzy kryteriami zastosowano taksonomiczną relację rozłączności, gdyż kryteria te opisują inne fragmenty jakości, ale mogą istnieć również inne kryteria opisujące jakość. Istotnie podczas integracji ontologii metod oceny będą pojawiały się kryteria z różnych metod oceny jakości i będą one uzupełniały „świat kryteriów”. Podczas integracji będą się też pojawiały nowe modele jakości, ale te z kolei będą uzupełniały otwarty „świat” konceptu „Jakość”, do którego można przypisać dowolne inne modele jakości, lecz modele te będą „zamknięte”. Taksonomię konceptów ontologii eQual zawarto na rysunku 1.



Rys. 1. Taksonomia konceptów dla ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym zadaniem była budowa diagramów *ad hoc* relacji binarnych. Zdecydowano się tutaj przedstawić wszystkie relacje na jednym diagramie, gdyż pozwala to przejrzystej zaprezentować koncepcję realizowaną w ontologii. Diagram ten został przedstawiony na rysunku 2, a uwzględni on relacje określone

w glosariuszu terminów zawartym w tabeli 1. W celu zwiększenia czytelności rysunku 2 poszczególne koncepty będące kryteriami oceny zostały pogrupowane w ramach charakterystyk jakości. Konkretnie relacje, poglądowo przedstawione na diagramie, odnoszą się więc do każdego konceptu zawartego w grupie, mimo że na rysunku 2 zostały one oznaczone jako odnoszące się do całej grupy konceptów. Ponadto na rysunku 2 oznaczono relacje zachodzące między instancjami konceptów. W tym celu za pomocą okręgów oznaczono przykładowe instancje, a relacje oznaczające wystąpienia zostały oznaczone linią przerywaną.



Rys. 2. Diagram ad hoc relacji binarnych dla ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

Zadanie czwarte polegało na zbudowaniu słownika konceptów. Koncepty ujęte w budowanej ontologii zawarte są np. na rysunku 1.

Zadanie piąte wymagało szczegółowego zdefiniowania *ad hoc* relacji binarnych. Definicje te przedstawia tabela 2, w której uwzględniono relacje zachodzące pomiędzy konceptami oraz między instancjami konceptów. W przypadku każdej z relacji podano jej wzorzec, stosując konwencję zapisu z nawiasami kwadratowymi, oraz przykłady. W nawiasach kwadratowych zapisano koncepty będące przodkami (tj. określające typ) konceptów lub instancji biorących udział w relacji. Relacje „jestKryterium” i „maKryterium” zachodzą między konceptami. W przypadku relacji „jestKryterium” konceptami źródłowymi są poszczególne kryteria jakości, a konceptami docelowymi są konkretne charakterystyki, do których, według modelu jakości eQual, należą kryteria. Relacja „maKryterium” jest odwrotnością (ang. *inverse*) „jestKryterium”, w związku z czym konceptami źródłowymi w tej relacji są charakterystyki jakości, a rolę konceptów docelowych pełnią kryteria należące do danej charakterystyki. Ponadto, aby zachować zgodność z modelem jakości eQual, należy zadbać, by mechanizm wnioskujący odkrywał przynależność kryteriów do charakterystyk i wnioskował tę przynależność jako zawieranie się konkretnych kryteriów w odpowiednich charakterystykach.

Zawieranie takie można wskazać mechanizmowi wnioskującemu, np. poprzez nadanie relacji „maKryterium” właściwości zwrotności (ang. *reflexive*).

Jeżeli zaś chodzi o relacje „jestOcena” i „maOcene”, to zachodzą one pomiędzy instancjami konceptów. Relacja „jestOcena” ma właściwość funkcyjną (ang. *functional*), co oznacza, że jeżeli jedna instancja źródłowa odnosi się do kilku wystąpień docelowych, wtedy mechanizm wnioskujący będzie interpretował te wystąpienia jako tożsame. Na przykład, jeżeli wystąpienie „Serwis1\_reputacja” jest powiązane relacją „jestOcena” z instancjami „Serwis1” i „Serwis2”, wtedy mechanizm wnioskujący uzna, że wystąpienia „Serwis1” i „Serwis2” odnoszą się do tego samego serwisu internetowego. Wnioskowanie takie jest poprawne, gdyż jedna ocena względem danego kryterium odnosi się tylko do jednego serwisu. Z kolei relacja „maOcene” jest odwrotna do relacji „jestOcena”. W związku z tym jest ona odwrotnie funkcyjna. Wobec tego, jeżeli dwa serwisy są powiązane tą relacją z jedną instancją opisującą ocenę serwisu względem danego kryterium, wtedy mechanizm wnioskujący uzna, że instancje te odnoszą się do tego samego serwisu.

Nazwa relacji	Koncept źródłowy	Liczność	Koncept docelowy	Właściwości	Relacja odwrotna
jestKryterium (warunek konieczny)	[Kryterium] reputacja	N (kwantyfikacja egzystencjalna)	[eQual] Zaufanie	–	maKryterium
maKryterium (warunek konieczny i wystarczający)	[eQual] Zaufanie	N (kwantyfikacja egzystencjalna)	[Kryterium] reputacja	Zwrotna	jestKryterium
jestOcena	[Kryterium] Serwis1_reputacja	–	[Serwis] Serwis1	Funkcyjna	maOcene
maOcene	[Serwis] Serwis1	–	[Kryterium] Serwis1_reputacja	Odwrotnie funkcyjna	jestOcena

Tab. 2. Wybrane definicje ad hoc relacji binarnych dla ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

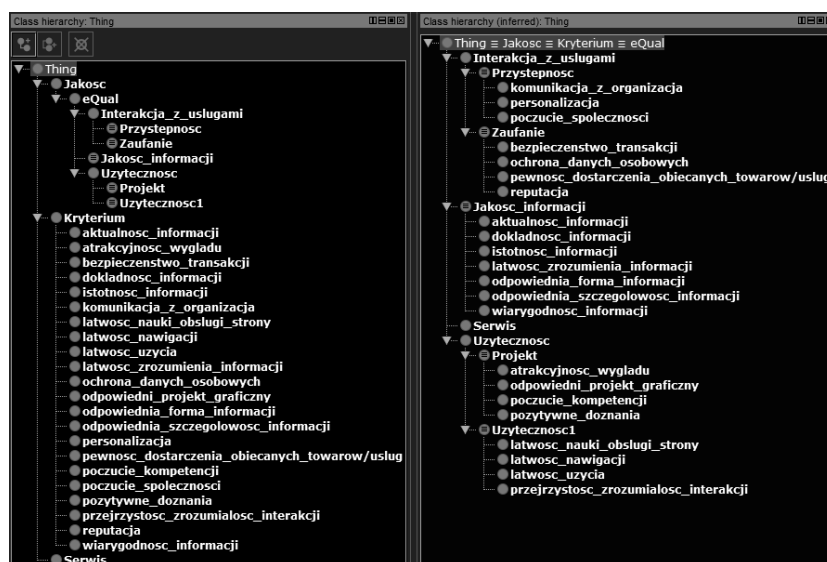
Szóstym zadaniem było szczegółowe zdefiniowanie atrybutów instancji. Dla wystąpień konceptów w ontologii eQual określono jeden atrybut („maWartoscOceny”). Konkrete wartości tego atrybutu są przypisane dla poszczególnych wystąpień konceptów odpowiadających kryteriom oceny. Zgodnie z metodą eQual wartość oceny jest liczbą całkowitą z zakresu 1–7.

Realizacja zadania siódmego polegała na szczegółowym zdefiniowaniu atrybutów klas. Zidentyfikowano tutaj atrybuty „maWartoscOceny” i „maWartoscWagi”, których zadaniem jest ograniczenie zakresu możliwych wartości dla atrybutów instancji i klas do wartości od 1 do 7. Mają one służyć mecha-

nizmowi wnioskującemu do kontroli poprawności wag i instancji ocen pod względem wpisanych wartości. Ponadto atrybut „maWartoscWagi” jest również atrybutem poszczególnych konceptów zawartych w klasie „Kryterium”, a mają być w nim przechowywane wartości wag poszczególnych kryteriów.

### 3. Formalizacja, implementacja i ocena ontologii eQual

Etapy *formalizacji i implementacji* ontologii zostały wykonane jednocześnie, a zastosowano do tego celu edytor Protege (Horridge, 2011). Za jego pomocą sformalizowano i zaimplementowano ontologię eQual w języku OWL 2 DL na podstawie przedstawionej wcześniej konceptualizacji. Na etapie implementowania ontologii przeprowadzono jednocześnie jej wstępną ocenę, opartą na działaniu mechanizmu wnioskującego. W efekcie oceny zidentyfikowano błąd wymagający skorygowania. Powodował on wysnuwanie niepoprawnych konkluzji przez mechanizm wnioskujący. Polegał on na tym, że mechanizm wnioskujący uznał koncepty: „Thing”, „Jakosc”, „Kryterium” i „eQual” za równoważne. Dodatkowo spowodowało to niepoprawne zhierarchizowanie pozostałych konceptów w ontologii, np. koncept „Serwis”, będący podklasą konceptu „Thing”, został również błędnie uznany za podklasę konceptów „Jakosc”, „Kryterium” i „eQual”. Błędy w hierarchizacji konceptów przeprowadzonej przez mechanizm wnioskujący przedstawia rysunek 3, na którym zawarto podstawową i wywnioskowaną hierarchię klas.



Rys. 3. Błędnie wnioskowana hierarchia konceptów po implementacji ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

## 1) Wyjaśnienia dla zależności „eQual” equivalentTo „Thing”

Explanation for: eQual EquivalentTo Thing		
1)	maKryterium Domain eQual	In NO other justifications
2)	Reflexive: maKryterium	In ALL other justifications

## 2) Wyjaśnienia dla zależności „Jakosc” equivalentTo „Thing”

Explanation for: Jakosc EquivalentTo Thing		
1)	maKryterium Domain eQual	In NO other justifications
2)	eQual SubClassOf Jakosc	In ALL other justifications
3)	Reflexive: maKryterium	In ALL other justifications

## 3) Wyjaśnienia dla zależności „Kryterium” equivalentTo „Thing”

Explanation for: Kryterium EquivalentTo Thing		
1)	Reflexive: maKryterium	In ALL other justifications
2)	maKryterium Range Kryterium	In NO other justifications

Rys. 4. Wyjaśnienia konkluzji mechanizmu wnioskującego wygenerowane w Protege. Źródło: opracowanie własne.

Po dokonaniu analizy procesu wnioskowania stwierdzono, że przyczyną wspomnianego błędu jest określenie dziedziny i zasięgu relacji „maKryterium” i „jestKryterium” oraz nadanie relacji „maKryterium” właściwości zwrotności. Wygenerowane w edytorze Protege wyjaśnienia konkluzji wysnutych przez mechanizm wnioskujący zawiera rysunek 4.

Wyjaśnienia przedstawione na rysunku 4 można wytłumaczyć również bardziej obrazowo, wspomagając się przy tym logiką opisową. Zaczynając od konkluzji 1), według której koncepty „Thing” i „eQual” są równoważne, należy zaznaczyć, że zgodnie z ustaloną taksonomią w ontologii zachodzą m.in. następujące zależności zawierania się konceptów i relacji (1):

$$\exists \text{maKryterium}.C \subseteq \text{eQual} \subseteq \text{Jakosc} \subseteq T, \quad (1)$$

$T$  – koncept uniwersalny, klasa dowolnych obiektów ontologii, koncept „Thing”,

$C$  – grupa konceptów będących cechami jakości w koncepcie „Kryterium”.

Przedstawione zależności między konceptami wynikają z taksonomii konceptów ustalonej na etapie konceptualizacji. Z kolei zależność między relacją „maKryterium” w postaci kwantyfikacji egzystencjalnej i konceptem „eQual” wynika z tego, że w grupie konceptów „ $C$ ” relacja ta pełni rolę warunku koniecznego i wystarczającego. Oznacza to, że jest ona ustanowiona jako równoważna (ang. *equivalent to*) z konceptami zawartymi w koncepcie „eQual”, a więc podobnie jak te koncepty zawiera się ona w koncepcie „eQual”. Ponadto elementy 1) i 2) wyjaśnienia 1) dla zależności pomiędzy „eQual” i „Thing” można zapisać za pomocą logiki opisowej w postaci kolejnych wyrażeń (2) i (3):



$$\exists maKryterium.T \subseteq eQual, \quad (2)$$

$$T \subseteq \exists maKryterium.Self. \quad (3)$$

Wyrażenie (2) oznacza, że: jeżeli pewien obiekt jest powiązany jako podmiot relacją „maKryterium” z dowolnym innym obiektem (obiektem klasy „T”), to należy on do klasy „eQual”. Z kolei wyrażenie (3) mówi o tym, że dowolny obiekt jest zawarty w takiej klasie, której obiekty są zwrotnie powiązane relacją maKryterium. Wobec tego, jeżeli w wyrażeniu (2) za dowolny obiekt (obiekt klasy „T”) zostanie podstawiony obiekt charakteryzujący się relacją zwrotną (np. obiekt klasy „Przystepnosc”), wtedy otrzyma się zależność (4):

$$T \subseteq \exists maKryterium.Self \subseteq eQual. \quad (4)$$

Na podstawie wyrażen (1) i (4) można więc wywnioskować zależność (5):

$$(eQual \subseteq T) \wedge (T \subseteq eQual). \quad (5)$$

Zależność (5) jest zbieżna z definicją równoważności conceptów (A i B) zawartą we wzorze (6), wobec czego concepty „eQual” i „Thing” są równoważne:

$$A \equiv B \Leftrightarrow (A \subseteq B) \wedge (B \subseteq A). \quad (6)$$

Wyjaśnienie dla zależności 2) pomiędzy conceptami „Jakosc” i „Thing” są bardzo podobne do tych, które przedstawiono dla conceptów „eQual” i „Thing”, gdyż concept „eQual” jest zawarty w „Jakosc”. Podobnie przebiega też wyjaśnienie 3) dla zależności pomiędzy conceptami „Kryterium” i „Thing”, gdyż relacja zwrotna charakteryzuje się tym, że zarówno dziedzina, jak i zasięg relacji są zwrotne. Wobec tego concept będący zasięgiem relacji zwrotnej jest również dziedziną takiej relacji (w tym przypadku concept „Kryterium” jest zasięgiem i dziedziną relacji „maKryterium”).

Rozwiązanie, które pozwalało wyeliminować wskazany błąd, polegało na usunięciu właściwości zwrotności dla relacji „maKryterium”. Jednak pominięcie tej właściwości powoduje, że mechanizm wnioskujący nie odkrywa zawierania się kryteriów w charakterystykach jakości. Jednakże istnieje rozwiązanie, które umożliwi usunięcie zwrotności relacji „maKryterium” i jednocześnie zapewni, że mechanizm wnioskujący będzie przypisywał do charakterystyk jakości odpowiednie kryteria. Rozwiązanie to polega na przypisaniu poszczególnym charakterystykom relacji „maKryterium” z kwantyfikatorem uniwersalnym, w których conceptem źródłowym i jednocześnie docelowym są dane charakterystyki. Relacje te powinny być ustanowione w conceptach jako warunki konieczne i wystarczające. Ze względu na wydaj-

ność wnioskowania należy przy tym ustanowić istniejące relacje „maKryterium” z kwantyfikatorem egzystencjalnym jako warunki konieczne, tj. klasy nadrzędne, lub całkowicie je usunąć.

Rozwiązanie to, w sytuacji gdy koncept  $C_1$  reprezentuje charakterystyki, a koncept  $C_2$  oznacza kryteria, można rozumieć następująco:

- istnieje grupa pewnych kryteriów  $C_2$ , które należą do charakterystyki  $C_1$  („ $C_2$  jestKryterium some  $C_1$ ”),
- charakterystyka  $C_1$  ma tylko takie kryteria, które należą do tej charakterystyki („ $C_1$  maKryterium only  $C_1$ ”),
- charakterystyka  $C_1$  jest podklasą pewnego konceptu mającego określone kryteria  $C_2$  („ $C_1$  SubClassOf (maKryterium some  $C_2$ )”).

W efekcie podjętych działań wynikających z wykrytych błędów najistotniejsza zmiana zaszła w szczegółowych definicjach *ad hoc* relacji binarnych, zawartych w tabeli 2. Nową postać tych definicji zawiera tabela 3. W tabeli tej zachowano informacje o konceptach źródłowych i docelowych poszczególnych relacji. Zawarto tu również odpowiednią adnotację, jeżeli relacja nie posiada jawnie określonego zasięgu lub dziedziny.

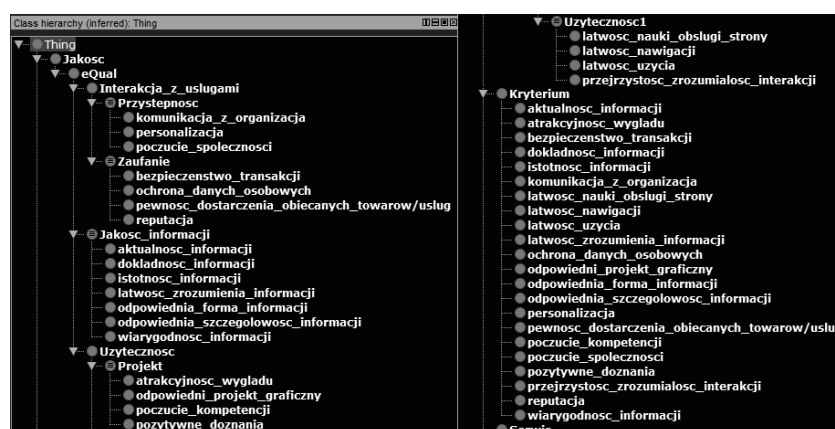
Nazwa relacji	Koncept źródłowy	Liczność	Koncept docelowy	Właściwości	Relacja odwrotna
jestKryterium (warunek konieczny)	[Kryterium] dziedzina niezdefiniowana	N (kwantyfikacja egzystencjalna)	[eQual] zasięg niezdefiniowany	–	ma Kryterium
maKryterium (warunek konieczny)	[eQual] dziedzina niezdefiniowana	N (kwantyfikacja egzystencjalna)	[Kryterium] zasięg niezdefiniowany	–	jest Kryterium
maKryterium (warunek konieczny i wystarczający)	[eQual] dziedzina niezdefiniowana	1 (kwantyfikacja uniwersalna)	[eQual] zasięg niezdefiniowany	–	
jestOcena	[Kryterium] Serwis1_reputacja	–	[Serwis] Serwis1	Funkcyjna	maOcene
maOcene	[Serwis] Serwis1	–	[Kryterium] Serwis1_reputacja	Odwrotnie funkcyjna	jestOcena

Tab. 3. Zmodyfikowane definicje *ad hoc* relacji binarnych ontologii eQual. Źródło: opracowanie własne.

Ostatni etap budowy ontologii polegał na jej pełnej ocenie, polegającej m.in. na klasyfikacji konceptów za pomocą mechanizmu wnioskującego. Efekt tej klasyfikacji przedstawia rysunek 5.

Analizując rysunek 5, można zauważyć, że poszczególne kryteria jakości zostały poprawnie przyporządkowywane przez mechanizm wnioskujący do

odpowiednich charakterystyk jakości. Hierarchia konceptów, wygenerowana przez mechanizm wnioskujący, jest więc zgodna z modelem jakości zawartym w metodzie eQual. Poszczególne kryteria oceny jakości są również zawarte w koncepcie „Kryterium”, wobec czego ontologia jest przejrzysta. Ponadto do konceptu „Kryterium” można będzie w procesie integracji w łatwy sposób dodawać nowe koncepty odzwierciedlające inne kryteria oceny jakości. Dodawane w ten sposób koncepty będzie można również przypisywać do wybranych charakterystyk jakości.



Rys. 5. Hierarchia konceptów ontologii eQual uzyskana przez mechanizm wnioskujący. Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Wnioski

W artykule sformułowano propozycję integracji metod oceny jakości serwisów internetowych z wykorzystaniem ontologii. Pierwszym krokiem takiej integracji jest budowa ontologii poszczególnych metod oceny. W związku z tym w artykule przedstawiono proces budowy ontologii dla metody eQual, w którym wykorzystano metodykę Methontology oraz edytor Protege. W trakcie oceny zbudowanej ontologii z zastosowaniem mechanizmu wnioskującego ujawnione zostały błędy konstrukcyjne, które dzięki ich szerokiej analizie zostały następnie poprawione. W efekcie uzyskano bardzo elastyczną ontologię, którą w łatwy sposób będzie można w przyszłości zintegrować z ontologiami innych metod oceny jakości.

**Bibliografia**

- Chiou, W.C., Lin, C.C. i Perng, C. (2010). A Strategic Framework for website Evaluation Based on a Review of the Literature from 1995–2006. *Information & Management*, 47 (5–6), 282–290.
- Hasan, L., Abuelrub, E. (2011). Assessing the Quality of Web Sites. *Applied Computing and Informatics*, 9 (1), 11–29.
- Corcho, O., Fernandez-Lopez, M., Gomez-Perez, A. i Lopez-Cima, A. (2005). Building Legal Ontologies with METHONTOLOGY and WebODE. *Lecture Notes in Computer Science*, 3369, 142–157.
- Silva, M., Elias, E., Costa, E., Bittencourt, I.I., Barros, H., da Silva, L.D., da Silva, A.P. i Veras, D. (2011). Combining Methontology and Ontology Driven Approach to Build an Educational Ontology. *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, 6 (3), 11–18.
- Barnes, S.J. i Vidgen, R. (2005). *Data Triangulation in Action: Using Comment Analysis to Refine Web Quality Metrics*. Referat wygłoszony na: The 13th European Conference on Information Systems.
- Horridge, M. (2011). *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools, Edition 1.3*. Manchester: The University of Manchester.