

Paweł KĘDZIA, Lech TUZINKIEWICZ
Politechnika Wrocławska, Instytut Informatyki

OCENA JAKOŚCI BAZ DANYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono zasady modelowania danych w kontekście MDA oraz określono podstawowe artefakty tego procesu. Dokonano przeglądu modeli jakości, w celu określenia podstawowych charakterystyk jakości, które powinny być uwzględnione przy ocenie bazy danych, jako produktu końcowego. Całość została zilustrowana przykładem oceny jakościowej modelu fizycznego danych, uzyskanego w wyniku transformacji modelu koncepcyjnego danych. Wnioski z przeprowadzonych badań i eksperymentów zostały ujęte w podsumowaniu.

Słowa kluczowe: jakość, bazy danych, projektowanie

QUALITY ASSESSMENT OF DATABASE

Summary. In this paper the quality model for database is presented. The proposed model is defined based on the set of quality characteristics included in the standard ISO/IEC 25010. This paper presents developed quality model used for assessment of the databases quality. In the experimental section was shown an example of a qualitative assessment of the physical data model.

Keywords: quality, database, design

1. Wstęp

Proces projektowania baz danych jest procesem modelowania danych na różnych poziomach abstrakcji. Jakość bazy danych, jako produktu końcowego zależy zarówno od jakości modeli pośrednich, jak i reguł transformacji, a na poziomie implementacyjnym od wiedzy i doświadczenia administratora bazy danych. Efekty procesu projektowania powinny być oceniane nie tylko na różnych etapach realizacji projektu, ale również w sposób powtarzalny, tzn. na podstawie precyzyjnie określonych kryteriów. W związku z powyższym, należy okre-

ślić modele jakości, które będą umożliwiały kontrolę jakości artefaktów procesu i tym samym pozwolą podejmować właściwe decyzje projektowe oraz w rezultacie ocenę jakości produktu końcowego. Ponadto, uzgodnione z odbiorcą perspektywa i kryteria oceny produktu stanowią dobry punkt odniesienia w kontekście przekazania i odbioru produktu.

Projektowanie baz danych z wykorzystaniem architektury sterowanej modelami MDA (ang. *Model Driven Architecture*) pozwala na precyzyjne określenie modeli danych na różnych poziomach abstrakcji i tym samym staje się możliwe badanie jakości od początkowej fazy procesu modelowania. Przejście pomiędzy poszczególnymi poziomami abstrakcji realizowane jest zgodnie z określonym zbiorem transformacji, które też mogą podlegać ocenie jakościowej. W dalszej części rozdziału wykorzystywane będzie pojęcie jakości produktu programowego (bazy danych), rozumiane jako „stopień, w jakim produkt programowy zastosowany w konkretnym celu jest w stanie zaspokoić potrzeby użytkownika” [1].

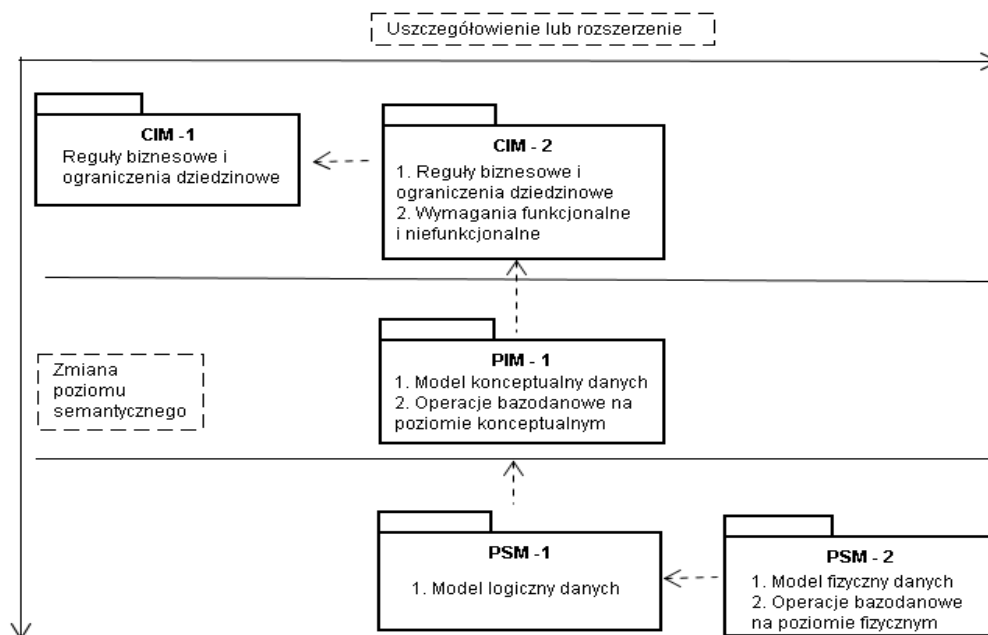
W rozdziale przedstawiono zasady modelowania danych w kontekście MDA oraz określono podstawowe artefakty tego procesu. Dokonano przeglądu modeli jakości, w celu określenia podstawowych charakterystyk jakości, które powinny być uwzględnione przy ocenie produktu końcowego tzn. bazy danych. Ponadto, zostały określone podstawowe cechy systemu S-QMDB (ang. *Quality Model Database System*), który został opracowany jako narzędzie wspierające projektantów baz danych przy podejmowaniu decyzji projektowych i implementacyjnych na podstawie kryteriów jakościowych. Całość została zilustrowana przykładem oceny jakościowej modelu fizycznego danych, uzyskanego w wyniku transformacji modelu koncepcyjnego danych. Wnioski z przeprowadzonych badań i eksperymentów zostały ujęte w podsumowaniu.

2. Projektowanie baz danych w kontekście MDA

Dokument OMG (ang. *Object Management Group*) [12, 13] przedstawia MDA jako podejście do projektowania systemów informatycznych z wykorzystaniem modelowania. Celem tego podejścia jest ułatwienie zrozumienia modelowanej dziedziny przedmiotowej przez projektantów i jednocześnie umożliwienie weryfikacji modeli już w początkowej fazie procesu projektowania. Model ten, zaakceptowany przez uczestników procesu, w tym przedstawicieli klienta i ekspertów dziedzinowych, daje gwarancję poprawnego produktu końcowego (przy założeniu poprawnego zbioru reguł transformacji, który jest niezależny od modelowanej dziedziny). Cechy wynikające z takiego podejścia uzasadniają wykorzystanie MDA w projektowaniu baz danych. W podejściu MDA wyróżnia się następujące typy modeli:

- Model CIM (ang. *Computation Independent Model*) – reprezentuje dziedzinę przedmiotową. Model taki musi być wewnętrznie spójny i kompletny. Umożliwia ocenę poprawności odwzorowania wycinka rzeczywistości przez ekspertów dziedzinowych.
- Model PIM (ang. *Platform Independent Model*) – niezależny od platformy, na której będzie implementowana baza danych. Reprezentuje byty wycinka rzeczywistości z punktu widzenia projektowanego systemu informatycznego. Pozwala zweryfikować możliwość realizacji wymagań funkcjonalnych w zakresie kompletności danych oraz zgodności ze zbiorem wymagań biznesowych. Jest niezbędnym elementem dla utworzenia modelu logicznego danych, który można traktować jako model konceptualny danych.
- Model PSM (ang. *Platform Specific Model*) – specyficzny dla określonej platformy implementacji. W aspekcie projektowania baz danych ten poziom abstrakcji może być reprezentowany przez dwa rodzaje modeli danych: model logiczny (opcjonalnie) i model fizyczny.

Transformacje modeli danych na różnych poziomach abstrakcji przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Poziome i pionowe transformacje modeli w projektowaniu baz danych [8]
 Fig. 1. Vertical and horizontal transformation of models in database design [8]

Modele danych mogą podlegać zarówno transformacji poziomej, jak i pionowej [8]. Transformacja pozioma może być związana z uściśleniem modelu pozostając na tym samym poziomie abstrakcji i/lub poprawą jakości modelu (na podstawie przyjętego modelu jakości). Transformacja pionowa oznacza zmianę poziomu semantycznego.

3. Model jakości baz danych

Ocena jakościowa bazy danych jest możliwa pod warunkiem, że został zdefiniowany model jakości, określający zakres oceny oraz miary jakości. Baza danych, jako produkt może być oceniana pod względem jakościowym zarówno przez wytwórców (projektantów) produktu w trakcie procesu jego tworzenia, jak i użytkowników, dla których ten produkt jest przeznaczony. Oznacza to, że modele jakości definiowane są jako modele wykorzystywane w procesie wytwórczym (modele jakości wewnętrznej i zewnętrznej) oraz jakości użytkowej.

Zaproponowany model jakości do oceny baz danych został opracowany na podstawie istniejących modeli, wykorzystywanych do oceny jakości produktów programowych. W dalszej części dokonano przeglądu oraz przedstawiono podstawowe cechy wybranych modeli jakości, na podstawie, których zdefiniowano model jakości, umożliwiający ocenę jakości baz danych.

Model McCalla (1997) został opracowany na zlecenie Sił Zbrojnych USA, w celu poprawy jakości wytwarzanego oprogramowania [11]. Model ma hierarchiczną strukturę składającą się z trzech perspektyw (zmian produktu, działania produktu oraz integracji z innymi systemami lub architekturami). Każda perspektywa określa zbiór czynników, z którymi związane są kryteria jakości. Każde kryterium posiada metryki, których wartość wyznacza się na podstawie odpowiedzi (*tak* lub *nie*) na zdefiniowane pytania.

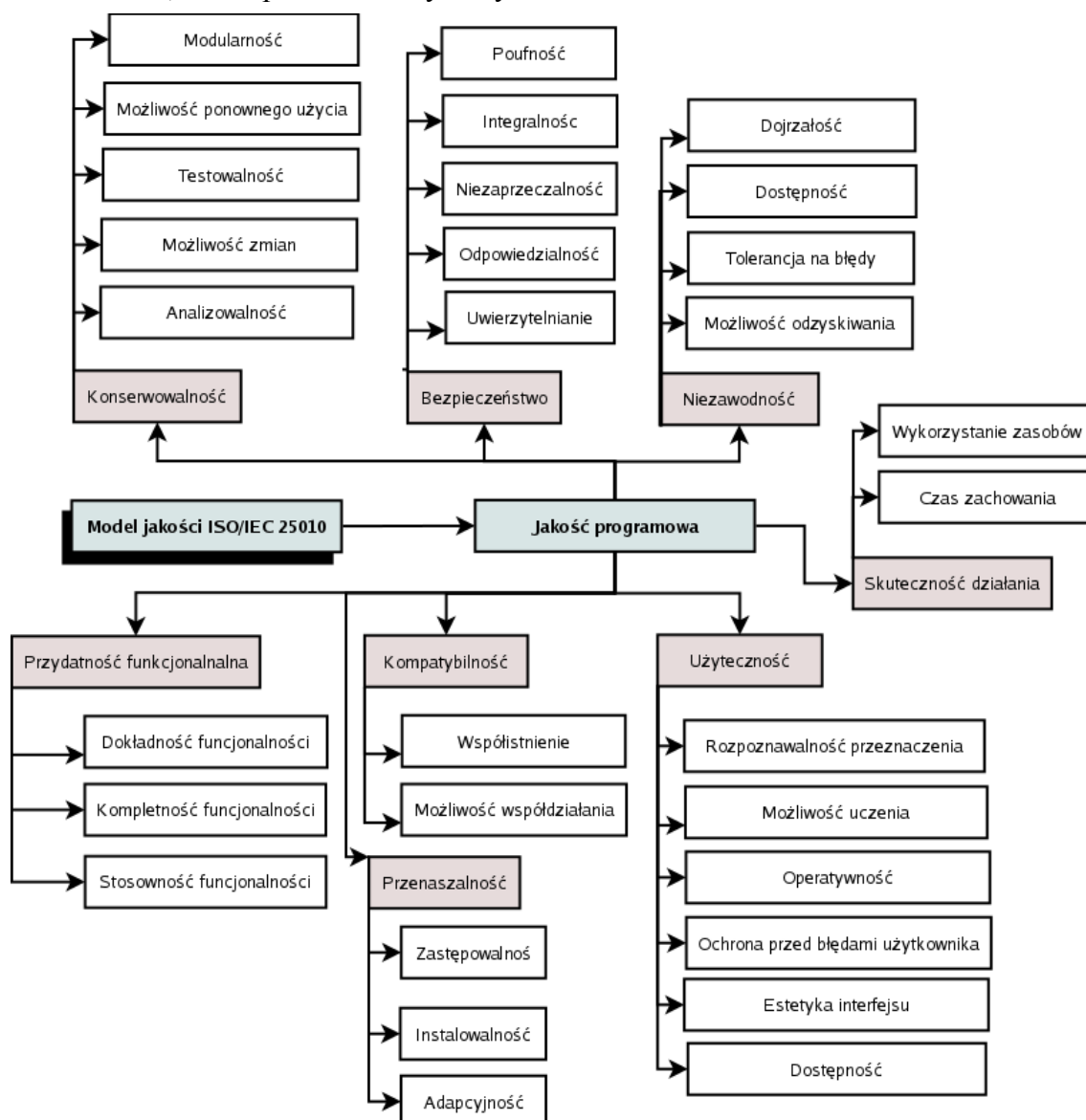
Model FURPS/FURPS+ (1992) zaproponowany przez Roberta Grady'ego [9] składa się z pięciu charakterystyk (Funkcjonalność, Użyteczność, Niezawodność, Wydajność, Wsparcie). Model ten może być wykorzystywany zarówno do oceny jakości, jak i specyfikacji wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych dla produktu.

Model jakości Dromey'a (1996) zaproponowany przez R. Geoff Dromey'a [6, 7] posiada hierarchiczną budowę (składa się z 4 właściwości, z których każda składa się z atrybutów). Model umożliwia ocenę jakości niezależnie od rodzaju oprogramowania. To, co jest istotne przy budowaniu modelu jakości wynika z faktu, iż atrybuty do oceny jakości oprogramowania są trudne do zdefiniowania. Produkt może charakteryzować się cechami, które będą błędnie interpretowane (wady produktu), a co za tym idzie utrudniają ocenę jakości oprogramowania.

Model jakości ISO/IEC 9126 [2, 3, 4, 5] jest międzynarodowym standardem, który status normy uzyskał w 1991 r. W 2001 r., na podstawie tej normy zaproponowano dwa standardy dotyczące inżynierii oprogramowania: ISO/IEC9126: 2001 Quality model oraz ISO/IEC 14598 Product evaluation. Model jakości zdefiniowany w ISO/IEC 9126 bazuje na modelach McCalla oraz Boehma i składa się z trzech części modelu jakości: wewnętrznej, zewnętrznej oraz użytkowej [5]. Każdy z modeli jest zbiorem charakterystyk i podcharakterystyk, określających perspektywę oceny jakości.

Norma ISO/IEC9126:2001 obecnie została zastąpiona przez normę ISO/IEC 25000 [1] (SQuaRE – ang. *Software product Quality Requirements and Evaluation*), która zawiera pięć składowych: Zarządzanie jakością (ISO/IEC 2500n), Modele jakości (ISO/IEC 2501n), Pomiar jakości (ISO/IEC 2502n), Wymagania dotyczące jakości (ISO/IEC 2503n) oraz Ocena jakości (ISO/IEC 2504n).

Norma ISO/IEC 25010 podzielona została na dwa poziomy: jakość produktu programowego (jakości wewnętrzna i zewnętrzna) oraz jakość użytkową. Do oceny jakości modeli danych został uwzględniony jedynie aspekt jakości wewnętrznej i jakości zewnętrznej, bowiem jakość użytkowa oceniana jest dla oprogramowania korzystającego z bazy danych (pośrednio z bazy danych). Model jakości produktu programowego, zaproponowany w normie ISO/IEC 25010, został przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Model jakości zaproponowany w normie ISO/IEC 25010 – jakość programowa
Fig. 2. Quality model - Product quality (Standard ISO/IEC 25010)

4. Porównanie modeli jakości

W tabeli 1. przedstawione zostały charakterystyki występujące w najpopularniejszych modelach jakości. Definicje charakterystyk można znaleźć w literaturze [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11]. Ze względu na wieloznaczność definicji tych samych charakterystyk w różnych modelach jakości, w artykule została przyjęta interpretacja zgodna z przedstawionymi w normie ISO/IEC 25010.

Tabela 1

Charakterystyki wykorzystywane w wybranych modelach jakości

Lp.	Charakterystyka	Mc'Call	FURPS(+)	Droomey	ISO	ISO25010
1	Utrzymanie / Modyfikowalność	X		X	X	X
2	Elastyczność	X				X
3	Testowalność	X	X	X	X	X
4	Zgodność ze specyfikacją	X				
5	Niezawodność	X	X	X	X	X
6	Wydajność/Skuteczność działania/Produktywność	X	X	X	X	X
7	Odporność/Bezpieczeństwo	X			X	X
8	Użyteczność	X	X	X	X	X
9	Przenaszalność	X		X	X	X
10	Możliwość ponownego użycia	X		X		X
11	Integralność z systemami/Możliwość	X			X	X
12	Zrozumiałość				X	X
13	Funkcjonalność/Przydatność funkcjonalna		X	X	X	X
14	Wsparcie		X			
15	Satysfakcja				X	X
16	Operatywność				X	X
17	Efektywność				X	X
18	Kontekst użycia					X
19	Kompatybilność					X

Na podstawie analizy charakterystyk, wykorzystywanych w różnych definicjach modeli jakości (tabela 1.), zaproponowano model jakości do oceny modeli danych poprzez definicję zbiorów charakterystyk, określających perspektywę oceny modeli danych na różnych poziomach abstrakcji, zgodnie z MDA (tabela 2.).

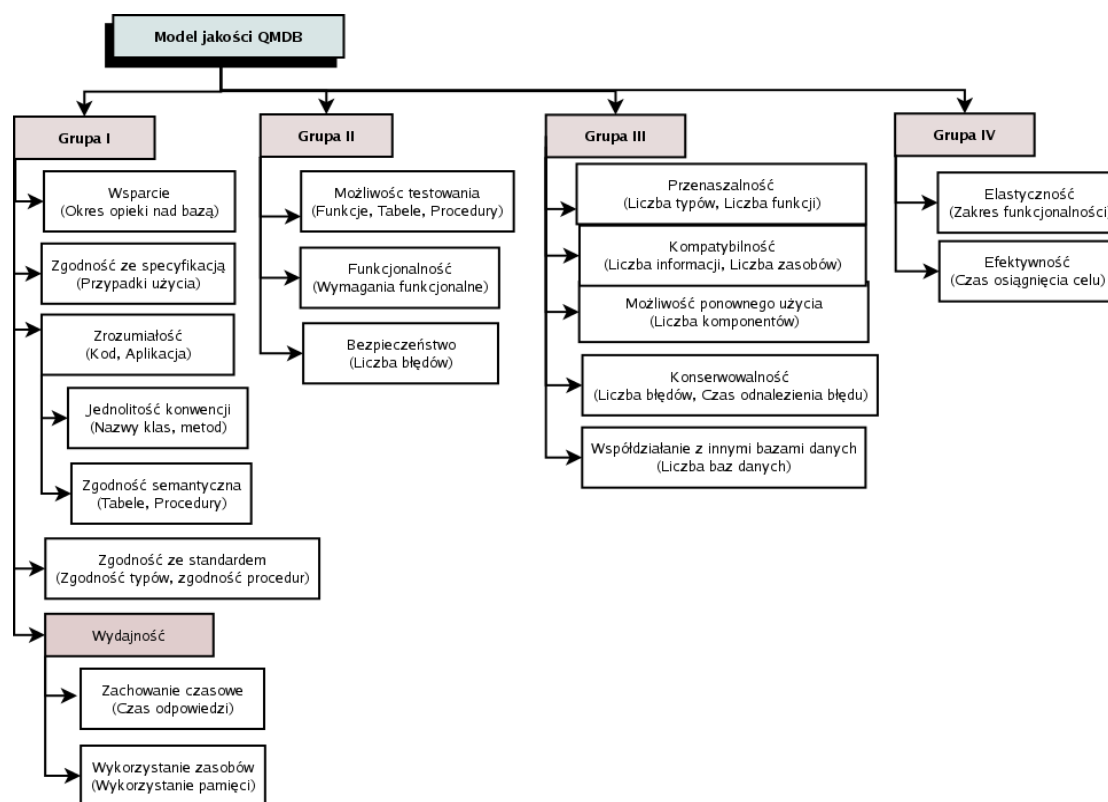
Proponowany model jakości składa się z czterech grup (rys. 3). Zgodnie z normą 25010 [1], model jakości składa się ze zbioru charakterystyk, podcharakterystyk i atrybutów jakości.

Tabela 2

Charakterystyki jakości w odniesieniu do modeli MDA

Lp.	Charakterystyka	CIM	PIM	PSM	Kod
1	Utrzymanie	X	X	X	X
2	Elastyczność			X	X
3	Testowalność		X	X	X
4	Zgodność ze specyfikacją	X	X	X	X
5	Niezawodność			X	X
6	Wydajność	X	X	X	X
7	Bezpieczeństwo	X	X	X	X
8	Użyteczność				X
9	Przenaszalność			X	X
10	Możliwość ponownego użycia	X	X	X	X
11	Współdziałanie				X
12	Zrozumiałość			X	X
13	Funkcjonalność	X		X	X
14	Wsparcie	X	X	X	X
15	Satysfakcja	X			X
16	Operatywność	X			X
17	Efektywność				X
18	Kontekst użycia	X			X
19	Kompatybilność				X

W proponowanym modelu jakości, charakterystyki *grupy pierwszej* odnoszą się do kodu gotowego do przekazania użytkownikowi końcowemu. Charakterystyki *grupy drugiej* dotyczą jakości kodu podczas procesu wytwórczego lub fazy testowania w modelach życia oprogramowania. Charakterystyki *grupy trzeciej* stanowią pomost między kodem w trakcie zmian a docelowym kodem, gotowym do przekazania. W grupie czwartej zostały umieszczone charakterystyki dotyczące środowiska pracy oraz efektywności pracy użytkownika w tym środowisku.



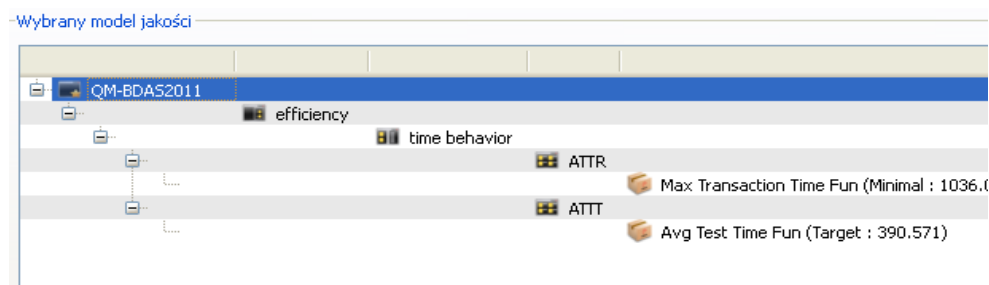
Rys. 3. Model jakości QMDB

Fig. 3. QMDB Quality Model

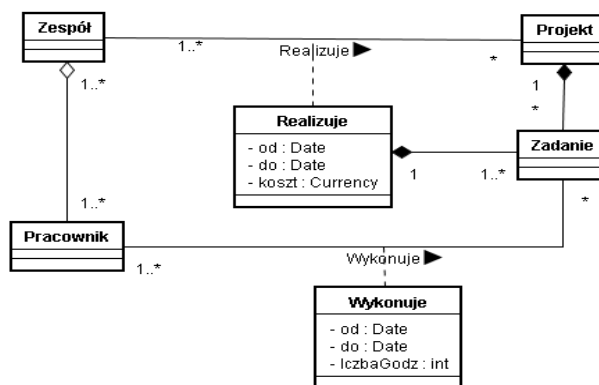
5. Przypadek studialny

Jednym z wymagań niefunkcjonalnych stawianym przez klientów oprogramowania jest wydajność, która zdefiniowana jest w normie ISO/IEC 25010, jako „względne wykorzystanie zasobów w określonych warunkach” i podzielona została na dwie podcharakterystyki: Zachowanie czasowe (ang. *Time behaviour*) oraz Wykorzystanie zasobów (ang. *Resource utilisation*). Obie podcharakterystyki, w kontekście baz danych, oprócz czasów wykonania operacji bazodanowej oraz zasobów użytych przez system zarządzania bazą danych uwzględniają dodatkowy czas, związany z realizacją procesów przez aplikacje oraz transmisję danych w sieci. Jedną z technik pomiaru wartości dla wspomnianych podcharakterystyk jest przeprowadzenie testów wydajnościowych bazy danych. Ze względu na ograniczenie rozmiaru rozdziału, w dalszej części zostanie jedynie uwzględniona perspektywa z modelu jakości, dotycząca oceny modeli fizycznych bazy danych w kontekście wydajności (rys. 4).

Dla przyjętej perspektywy oceny jakości został zaproponowany model ewaluacji, w którym zostały określone funkcje oceny (*Max Transaction Time Fun* oraz *Avg Test Time Fun*). Uzyskane wartości funkcji są odwzorowywane do zbioru wartości, będących oceną jakościową produktu (Exceeded, Target, Minimal, Non acceptable).



Rys. 4. Model jakości QDBM – Wydajność
Fig. 4. Quality model QDBM – Efficiency



Rys. 5. Przykładowy model konceptualny danych
Fig. 5. An exemplary conceptual data model

W przykładzie wykorzystano model konceptualny, przedstawiony na rys. 5. W opracowanym przypadku testowym przyjęto następujące wymagania funkcjonalne: tworzenie wykazów zadań przekraczających planowany koszt realizacji zadania, tworzenie wykazów projektów przekraczających szacowany koszt projektów, tworzenie wykazów pracowników nadmiernie obciążonych (wykonujących jednocześnie kilka zadań) oraz tworzenie wykazów pracowników, którzy zrealizowali więcej niż jedno zadanie. Wymagania niefunkcjonalne uwzględnione w testach dotyczą akceptowalnych czasów wykonania zapytań bazodanowych dla określonych rozmiarów bazy danych, odpowiadających użytkownikowi systemu w okresie 5 lat. Ograniczenia dotyczące czasów wykonania są następujące: maksymalny średni czas wykonania transakcji musi być mniejszy od 1200 [ms], oczekiwany 950 [ms], a poniżej 555 [ms] uznany jest za bardzo dobry. Dodatkowo, zostało zdefiniowane kryterium dotyczące wykonania całego testu (zbioru transakcji): maksymalny średni czas wykonania testu musi być mniejszy od 500 [ms], oczekiwany 400 [ms], a poniżej 300 [ms] uznany jest za bardzo dobry.

Pomiar czasu wykonania testów był wykonany zgodnie z definicją testów długoterminowych [10], symulując jednoczesną pracę 10 użytkowników. Wyniki działania funkcji oceny wyznaczonej przez system S-QMDB przedstawione zostały na rys. 6.



Rys. 6. Ocena jakościowa bazy danych na podstawie wykonanych testów
Fig. 6. Quality assessment of database based on performed tests

Baza danych pod względem jakościowym została oceniona na poziomie minimalnym, ze względu na uzyskany maksymalny średni czas wykonania transakcji, wynoszący 1036 [ms] i maksymalny średni czas wykonania testu, równy 390 [ms]. Ocena końcowa jest najgorszą wartością z oceny wszystkich testów.

6. Podsumowanie

W artykule został zaproponowany model jakości do oceny modeli danych w kontekście projektowania baz danych, zgodnie z podejściem MDA. Analiza popularnych modeli jakości była podstawą do opracowania modelu składającego się ze zbioru charakterystyk jakości i atrybutów specyficznych dla produktów bazodanowych. Ze względu na zarówno brak zgodności autorów różnych modeli jakości w zakresie definicyjnym, jak i trudności w jednoznacznej interpretacji definicji tych charakterystyk zdecydowano się na przyjęcie modelu jakości z normy ISO/IEC 25010 jako modelu bazowego, uznając tę propozycję za najbardziej „dojrzałą” (następca normy ISO/IEC 9126, uwzględniająca uwagi dotyczące poprzedniej wersji).

Podejście do oceny jakości modeli danych (baz danych) i wyniki przeprowadzonych eksperymentów dotyczących oceny jakości baz danych z wykorzystaniem modelu S-QMDB zachęcają do dalszych prac, związanych z rozwojem tego modelu w zakresie:

- Sprecyzowania bazowego zbioru atrybutów i miar jakości.
- Określenia list kontrolnych do oceny modeli na różnych poziomach abstrakcji.
- Definicji bazowych funkcji oceny jakości – opracowanie repozytorium funkcji bazowych.
- Automatyzacji kontroli jakości modeli z wykorzystaniem systemu S-QMDB (zarządzanie modelem QMDB).

BIBLIOGRAFIA

1. ISO/IEC 25000:2005. Software engineering – software product quality requirements and evaluation (square). International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2005.
2. ISO/IEC 9126-1. Software engineering – product quality – part 1: Quality model. International Organization for Standardization, 2001.
3. ISO/IEC 9126-2. Software engineering – product quality – part 2: External metrics. International Organization for Standardization, 2003.
4. ISO/IEC 9126-3. Software engineering – product quality – part 3: Internal metrics. International Organization for Standardization, 2003.
5. ISO/IEC 9126-4. Software engineering – product quality – part 4: Quality in use metrics. International Organization for Standardization, 2004.
6. Dromey R. G.: A model for software product quality. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 21(2), 1995, s. 146÷162.
7. Dromey R. G.: Concerning the chimera [software quality]. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 21(3), 1995, s. 200÷208.
8. Dubielewicz I., Hnatkowska B., Huzar Z., Tuzinkiewicz L.: *Metodyka QUAD, Sterowane jakością wytwarzanie aplikacji bazodanowych*. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
9. Grady R. B.: *Practical software metrics for project management and process improvement*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA 1992.
10. Kędzia P., Tuzinkiewicz L.: Testowanie fizycznych modeli danych. *Inżynieria oprogramowania – od teorii do praktyki*, 2008, s. 251÷263.
11. McCall J. A., Richards P. K., Walters G. F.: *Factors in software quality. concept and definitions of software quality*. General Electric Company, 1977.
12. Miller J., Mukerji J. *MDA Guide version 1.0.1.*, 2003, <http://www.omg.org/>
13. OMG, A proposal for an MDA foundation model. ormsc/05-04-01. An ORMSC White Paper V00-02, 2005, <http://www.omg.org/docs/ormsc/05-04-01.pdf>

Recenzenci: Dr inż. Robert Brzeski
Dr inż. Dariusz Mrozek

Wpłynęło do Redakcji 31 stycznia 2011 r.

Abstract

This chapter presents the principles of data modeling in the MDA and quality context. The popular quality models have been reviewed to determine the main quality characteristics that should be taken into account when assessing quality of a database. Furthermore, basic features of the system S-QDBM were defined. This system was developed as a tool to support designers in making the database design decisions based on qualitative criteria. The whole was illustrated by an example of a qualitative assessment of the physical data model which was derived from the defined conceptual data model. The conclusions from the studies and experiments have been included in the summary section.

Adresy

Paweł KĘDZIA: Politechnika Wrocławska, Instytut Informatyki ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-327 Wrocław, pawel.kedzia@pwr.wroc.pl.

Lech TUZINKIEWICZ: Politechnika Wrocławska, Instytut Informatyki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-327 Wrocław, Polska, lech.tuzinkiewicz@pwr.wroc.pl.