

УДК 519.682.1

Сільвейструк Л.М.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н.,  
Шишацька О.В.<sup>2</sup>

### Обмеження атрибутів в моделях даних

*Метою статті є огляд обмежень в моделях даних. Розглянуто обмеження атрибутів в моделі «сутність-зв'язок». Проаналізовано логічні зв'язки між обмеженнями на атрибутах.*

*Ключові слова: модель «сутність-зв'язок», атрибут, домен, обмеження кардинальності, ключ.*

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 03680, м. Київ, пр-т. Глушкова 4д, e-mail: slm-klm@ukr.net

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 03680, м. Київ, пр-т. Глушкова 4д, e-mail: oshyshatska@gmail.com

Статтю представив д.ф.-м.н., проф. Буй Д.Б.

### Вступ

При розгляді процесу проектування розглядаються семантичні об'єкти. Інформація про об'єкти реального світу може бути представлена також у вигляді обмежень (constraints). Для цього в різних моделях використовуються обмеження цілісності, що виражають обмеження, які накладаються предметною областю, визначаються зв'язки між компонентами і описується поведінка системи. В роботі наведено класифікації обмежень та розглянуто обмеження в моделі «сутність-зв'язок».

### Класифікація обмежень

Модель програмної системи – це набір тверджень, що математично строго визначає структурні властивості об'єктів системи, їх поведінку. При аксіоматичному підході вона задається описом структури і операторів. Властивості структур задаються аксіомами – формальними твердженнями, достатньо простими, щоб бути самоочевидним. Семантика задається аксіомами, або обмеженнями цілісності, що описують допустимі стани і

L.M. Silvestruk<sup>1</sup>, PhD,  
O.V. Shyshatska<sup>2</sup>

### Constraints of attributes in data models

*The purpose of the article is review constraints of data models. Constraints of attributes in the model «entity-relationship» are considered. Logical relationships between different types constraints of attributes are analyzed.*

*Key Words: entity-relationship model, attribute, domain, cardinality constraints, primary key.*

<sup>1</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, 03680, Kyiv, Glushkova st., 4d  
e-mail: slm-klm@ukr.net

<sup>2</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, 03680, Kyiv, Glushkova st., 4d,  
e-mail: oshyshatska@gmail.com

послідовності станів системи. Загальний систематизований вступ до теорії обмежень цілісності в базах даних наведено в [1].

Обмеження цілісності можна поділити на: *статичні обмеження цілісності* – представляють семантику усіх можливих станів системи; *динамічні обмеження цілісності* – описують поведінку системи в часі, тобто коректність послідовності її станів.

Статистичні обмеження цілісності можуть бути розподілені на наступні класи: *структурні обмеження* (використовуються при проектуванні системи і накладаються на її структуру, наприклад включення, виключення, функціональні залежності); *семантичні обмеження* (використовуються при проектуванні системи і накладаються на її семантику, наприклад, функціональні, багатозначні залежності); *обмеження реалізації* (використовуються для представлення системи, наприклад, включення, об'єднання, залежності, породжені кортежами); *обмеження проектування* (використовуються для побудови зручного інтерфейсу, наприклад, загальні функціональні і узагальнені функціональні залежності).

Можна показати, що ці типи обмежень можуть бути використані і для динамічних обмежень цілісності. Динамічні обмеження використовують для підтримки структури даних. Немає загального підходу до використання динамічних обмежень цілісності. За своїм значенням вони можуть бути розподілені на *обмеження переходу* (описують операції над системою, зміну її станів, наприклад, перед- і післяумови, що накладаються на операції зміни даних) та *тимчасові формули* (обмеження на послідовності станів).

Ця класифікація включає і приховані і явні обмеження. Різниця між цими типами обмежень залежить від використовуваної моделі. В реляційній моделі всі обмеження представлені разом. Це приводить до складнощів в їх класифікації. Однак, для деяких типів обмежень цілісності таких як функціональні залежності і залежності включення, аксіоматизація можлива лише в рамках логіки першого порядку. При ER-підході структурні обмеження моделюються внутрішніми обмеженнями, такими як залежності включення, які задані в структурі схеми. Більшість розширень ER-моделі підтримують різні типи функціональних залежностей, такі як один-до-одного, один-до-багатьох та кардинальні обмеження. Перевагою таких обмежень є простота опису при проектуванні системи.

#### Обмеження в моделі «сутність-зв'язок»

У роботах [2, 3] було розглянуто обмеження, що накладаються на типи зв'язків у моделі «сутність-зв'язок». Розглянемо типові обмеження, що накладаються на атрибути: ключ, обмеження домена, обмеження кардинальності.

Одне з базових понять, яке використовується при проектуванні програмних систем, – це *атрибут (attribute)*. За допомогою атрибутів визначаються властивості об'єктів. Так, типу сутності та типу зв'язку відповідає певний набір атрибутів. Тип сутності може характеризуватися принаймні одним атрибутом, а тип зв'язку може і не мати атрибутів.

Має місце поняття множини значень, які може приймати атрибут – *домен атрибуту (domain)*. Домен визначає всі потенціальні значення, що можуть бути присвоєні атрибуту. Зрозуміло, що різні атрибути можуть використовувати один домен.

Як зазначалось вище, можна розміщувати атрибути на типі зв'язку, але не потрібно зловживати такою можливістю; в якості альтернативи використовують наступне: вводять

в модель новий тип сутності з тими ж атрибутами та з'єднують його з типом зв'язку (знищуючи його атрибути), отримуючи новий тип зв'язку, який має арність на одиницю більше (див., наприклад, [4]).

Сутності та зв'язки характеризуються значеннями своїх атрибутів. Розглядаючи типи сутностей та типи зв'язків на рівні атрибутів і доменів, вони уточнюються наступним чином.

Нехай  $A_1, A_2, \dots, A_n$  атрибути типу сутності  $E$  або типу зв'язку  $R$ , а  $D$  – універсальний домен (для спрощення позначень розглядається один домен для всіх атрибутів).

Типом сутності  $E$  називається множина відображень вигляду  $e: \{A_1, A_2, \dots, A_n\} \rightarrow D$ , де  $e$  – це сутність типу сутності  $E$ .

Типом зв'язку  $R$  називається множина відображень вигляду  $r: \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \rightarrow D$ , причому множина атрибутів  $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  містить атрибути типу зв'язку  $R$  та атрибути всіх сутностей-учасниць даного типу зв'язку, де  $r$  – це зв'язок типу зв'язку  $R$  [5]. У роботі [5] Чен уточнює атрибут як функцію, що відображає тип сутності (тип зв'язку) в домен.

Розрізняють різні класи атрибутів: *прості (simple)* та *складові (composite) атрибути (attributes)*, *однозначні (single-valued)* та *багатозначні (multivalued) атрибути, базові (stored) та похідні (derived) атрибути, ключі (keys)*.

Простий атрибут – атрибут, який складається з одного компонента з незалежним існуванням. Складовий атрибут – атрибут, який складається з декількох компонентів, кожен з яких характеризується незалежним існуванням.

Прості атрибути іноді називають *атомарними*. Складовий атрибут представляє деяку композицію простих (або складових) атрибутів. Такі взаємозв'язки вказують на ієрархію атрибутів.

Рішення про моделювання атрибуту у вигляді простого чи складового залежить лише від проектанта.

Однозначний атрибут – атрибут, який містить одне значення для будь-якої сутності типу сутності (будь-якого зв'язку типу зв'язку). Багатозначний атрибут – атрибут, який може містити декілька значень для сутності типу сутності (зв'язку типу зв'язку).

В більшості реалізацій моделі «сутність-зв'язок» багатозначний атрибут необхідно знищувати шляхом створення нових слабкого типу сутності та бінарного типу зв'язку виду

«один до багатьох» (слабкий тип сутності та бінарний тип зв'язку виду «один до багатьох» розглядаються у наступних розділах).

Похідний атрибут – атрибут, який представляє значення, похідне від значення зв'язаного з ним атрибута або деякої множини атрибутів, які належать деякому (не обов'язково даному) типу сутності (типу зв'язку) або множині типів сутностей (типів зв'язків). Базовими атрибутами вважаються атрибути, які не є похідними.

Серед похідних атрибутів потрібно розрізняти атрибути, що використовують значення декількох атрибутів однієї сутності, та атрибути, що використовують значення декількох атрибутів всіх сутностей в межах одного типу сутності. В другому випадку похідний атрибут є атрибутом типу сутності, так як використовує всі значення сутностей цілого типу (ситуація аналогічна використанню агрегатних функцій).

Також похідні атрибути можуть обраховуватися на основі декількох взаємопов'язаних атрибутів різних типів сутностей; при цьому необхідно уточнити типи зв'язків між даними типами сутностей.

Виділяють особливий вид атрибутів – ключі. *Ключ* – атрибут або підмножина атрибутів, яка унікальним чином визначає сутність в складі типу сутності (зв'язок в складі типу зв'язку); іншими словами, дві різні сутності (два різних зв'язка) у межах типу сутності (типу зв'язку) не можуть мати однакові значення всіх атрибутів, які складають ключ.

У термінах реляційного підходу ключ  $K$  функціонально обумовлює всі атрибути  $A_i$  типу сутності (типу зв'язку), які не входять до ключа  $\langle K \rightarrow A_i \rangle$  (див., наприклад, [4, с. 108]).

Дане твердження можна уточнити за допомогою поняття обмеження відношення  $R$  (зокрема, функції) за множиною  $X - P/X$  [6].

Множина атрибутів  $K$  є ключем, якщо виконується

$$\forall e_1 \forall e_2 (e_1, e_2 \in E \wedge e_1|K = e_2|K \Rightarrow e_1 = e_2).$$

Виділяють наступні види ключів:

– *потенційний ключ (candidate key)* – атрибут або набір атрибутів, які унікально ідентифікують сутності типу сутності (зв'язки типу зв'язку);

– *первинний ключ (primary key)* – деякий вибраний потенціальний ключ типу сутності (типу зв'язку) для спрощення роботи з сутностями (зв'язками);

– *альтернативний ключ (alternative key)* – потенціальний ключ, який не є первинним

ключем.

Зрозуміло, що тип сутності або тип зв'язку має один первинний ключ, а потенційних ключів може бути декілька.

Для отримання додаткової інформації про об'єкти моделі на них накладаються обмеження. Одне з обмежень, яке застосовують до атрибутів типу сутності (типу зв'язку), це визначення ключа.

Інше обмеження – це обмеження на значення елементів схеми (структури) даних – *обмеження домену (domain constraint)*, яке являє собою явне задання множини допустимих значень, а також співвідношення між значеннями атрибутів, які повинні виконуватися. Множину значень можна задавати декількома способами, у тому числі перерахуванням допустимих значень, завданням стандартних типів (int, float, string і т.п.) або завданням умови приналежності. При описі функцій приналежності та при визначенні допустимих відношень можливо застосовувати операції порівняння, логічні зв'язки та інші засоби мови, що використовується для визначення обмежень цілісності.

На атрибути може накладатися також *обмеження кардинальності (cardinality constraints)*, яке відображає найменшу та найбільшу можливу кількість значень атрибуту для сутності (зв'язку) і задається у вигляді відповідного діапазону.

Мінімальна кардинальність атрибута показує кількість екземплярів атрибуту, що повинні існувати, щоб об'єкт був допустимий. Зазвичай – це значення рівне 0 або 1. Якщо воно рівне 0, атрибут не зобов'язаний мати значення, а якщо 1, то атрибут зобов'язаний мати значення.

Максимальна кардинальність атрибута показує максимальну кількість екземплярів атрибуту, які може мати об'єкт. Зазвичай значення рівне 1 або  $N$ . Якщо воно рівне 1, атрибут може мати не більш одного екземпляра, якщо воно рівне  $N$ , то гранична кількість екземплярів не задана.

Особливість даного обмеження в моделі «сутність-зв'язок» є те, що значення мінімальної та максимальної кардинальності атрибута може бути деякими натуральними числами, тоді в моделі чітко регламентується як мінімальна так і максимальна кількість екземплярів атрибута.

Кардинальність атрибута зображається у вигляді пари значень  $(M, N)$ , де  $M$  – значення мінімальної кардинальності, а  $N$  – значення максимальної кардинальності.

При побудові моделі даних одне з базових питань – це коректність побудови моделі. Тому встановлення логічних взаємозв'язків між об'єктами моделі та їх обмеженнями – важливе питання проектування.

При розгляді атрибутів можна встановити наступні зв'язки:

– якщо атрибут ключовий, то мінімальна та максимальна кардинальність атрибуту дорівнюють 1;

– якщо атрибут однозначний, то максимальна кардинальність атрибуту дорівнює 1;

– якщо атрибут багатозначний, то максимальна кардинальність атрибуту більше 1 або N.

### Висновки

В роботі розглянуто обмеження в моделі «сутність-зв'язок». В подальшому планується уточнити вище викладенні логічні зв'язки для перевірки коректності побудови атрибутів та їх обмежень у моделі.

### Список використаних джерел

1. *Thalheim B.* Overview of semantic constraints for database models / B. Thalheim // Intelligent

systems. – 1998. – Т.3. – Vol. 3-4. – P. 307-351. (in Russian).

2. *Buy D.* Formalization of model entity-relationship / D. Buy, L. Silvestruk // Kyiv: Publishing center «Kyiv University», 2011. – 176 p. (in Ukrainian).

3. *Silvestruk L.* Generalized participation cardinality in entity-relationship model / L. Silvestruk // Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series Physics & Mathematics. – 2011. – No. 2. – P. 142-146. (in Ukrainian).

4. *Garcia-Molina H.* Database Systems / G. Garcia-Molina, J. Ullman, J. Widom. - Moscow: "Williams", 2004. - 1088 p. (in Russian).

5. *Chen P.P.* The entity-relationship model – towards a unified view of data / P.P. Chen // ACM Transactions on Database Systems. – March 1976. – Vol. 1, No. 1. – P. 9-36.

6. *Buy D.B.* Properties of set-theoretic constructions full image and restrictions / D.B. Buy, N.D. Kahuta // Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series Physics & Mathematics. – 2005. – No.2. – P. 232-240. (in Ukrainian).

Надійшла до редколегії 17.05.13