Relacyjne Bazy Danych

Andrzej M. Borzyszkowski
PJATK/ Gdańsk

materiały dostępne elektronicznie
http://szuflandia.pjwstk.edu.pl/~amb

Język SQL, cz.1, definiowanie danych (*data definition language*)

© Andrzej M. Borzyszkowski
Relacyjne Bazy Danych

Standard SQL

- Standard nieformalnie nazywany SQL/92
  - pełna nazwa: Międzynarodowy Standardowy Język Baz Danych SQL (1992)
  - skrót od *Structured Query Language"*
- Istniejące implementacje nie implementują w pełni powyższego standardu
  - ale rozszerzają niektóre aspekty standardu, czyli *nadzbiór podzbioru*
- Język deklaratywny – użytkownik deklaruje swoje potrzeby, optymalizator przekształca zapytanie na ciąg instrukcji
- Zawiera w sobie język definiowania danych i język manipulowania danymi
  - i dodatkowo język zarządzania użytkownikami, określania zabezpieczeń, sterowania transakcjami, ...

© Andrzej M. Borzyszkowski
Relacyjne Bazy Danych

SQL, kilka uwag ogólnych

- SQL realizuje raczej rachunek krotek niż algebrę relacji
- Relacja nazywana jest tabelą (*table*), może zawierać powtórzenia i oczywiście ma ustaloną kolejność
- Projekt bazy danych składa się głównie z zestawu tabel, są one zgrupowane w *schemacie*
- Standard wymaga by wielkość liter w nazwach nie grała roli
  - zasadniczo wszystkie słowa są konwertowane na duże litery
  - PostgreSQL zamienia wszystko na małe litery
  - gra to rolę jedynie gdy występują napisy w cudzysłowach
- Standard nie określa sposobu kończenia zapytania,
  - w PostgreSQL jest to średnik
- Każdy element musi mieć nazwę, nawet gdy nie mamy zamiaru odwoływać się do niego

© Andrzej M. Borzyszkowski
Relacyjne Bazy Danych

Typy wbudowane

- Jest wiele typów wbudowanych, najważniejsze z nich:
  - CHAR(_), VARCHAR(_)
  - INTEGER, SMALLINT
  - DATE, TIME, TIMESTAMP, obsługa czasu i daty
  - BOOLEAN, wartości np. 't', TRUE, '1','y', 'yes', (SQL/99)
  - NUMERIC(_,_), np. NUMERIC (7,2), 7 cyfr, w tym 2 po przecinku
  - FLOAT(_), np. FLOAT(15), 15 cyfr znaczących
  - BIT, VARBIT, wartości np. B'10011101'
  - MONEY, to samo co NUMERIC (9,2)

Definiowanie tabeli

- CREATE TABLE *nazwa_tabeli*
  lista-(*definicja_kolumny* [*wartość_domyślna*]
  | [*definicja_klucza_kandydującego*]
  | [*definicja_klucza_obcego*]
  | [*definicja_warunku_poprawności*]) ;
- *definicja_kolumny* ::= *nazwa_kolumny nazwa_dziedziny*
- *nazwa_dziedziny* ::= *typ_wbudowany* | *nazwa_zdefiniowana*
  ::= "to jest"
  | "albo"
  [ ] "alternatywnie"
- Wartość domyślna może zmienić wartość podaną w definicji dziedziny, brak definicji wartości domyślnej oznacza NULL
- Można żądać, by atrybut był zawsze określony: NOT NULL

Definiowanie tabel, klucze

- *definicja_klucza_kandydującego* ::=
  UNIQUE (*lista_kolumn*) |
  PRIMARY KEY (*lista_kolumn*)
  - lista kolumn w obu przypadkach jest niepusta
  - najwyżej jeden klucz może być określony jako główny (PRIMARY KEY)
  - jeśli występuje klucz główny, to wszystkie atrybuty tego klucza zyskują warunek poprawności NOT NULL
  - klucz alternatywny dopuszcza wartości NULL,
    - PostgreSQL – nie naruszają one warunku
    - SQL92 (np.. MS SQL Server) – naruszają warunek
- Warunki poprawności można opcjonalnie nazwać:
  CONSTRAINT *nazwa definicja_klucza_kand.*

Definiowanie tabel, klucze obce

- *definicja_klucza_obcego* ::=
  FOREIGN KEY (*lista_kolumn*)
  REFERENCES *tabela_bazowa* [(*lista_kolumn*)]
  [ON DELETE *opcja*]
  [ON UPDATE *opcja*]
  - nie jest wymagane podanie listy kolumn, jeśli klucz obcy odwołuje się do klucza o tej samej nazwie

  opcja ::= NO ACTION | CASCADE | SET DEFAULT | SET NULL
- Warunki poprawności można opcjonalnie nazwać:
  CONSTRAINT *nazwa definicja_klucza_obcego*

Definiowanie tabel, warunki poprawności

- *definicja_warunku_poprawności* ::=
  CHECK (*wyrażenie_warunkowe*)
  - *wyrażenie_warunkowe* może być dowolnie skomplikowane, nie musi ograniczać się do danej tabeli, musi być określone dla każdego wiersza tabeli
  - więzy poprawności są spełnione, jeśli powyższe *wyrażenie_warunkowe* ma wartość "true" dla każdego wiersza tabeli
  - system zarządzania bazą danych nie zezwoli na wprowadzenie danych czy aktualizację danych takie, że więzy poprawności nie są spełnione
  - kolejność sprawdzania warunków jest nieokreślona
- Warunki poprawności można opcjonalnie nazwać:
  CONSTRAINT *nazwa_definicja_warunku_poprawności*

Zmiana definicji tabeli podstawowej

- ALTER TABLE *nazwa_tabeli operacja*;
- Przykład

```
ALTER TABLE klient
ADD COLUMN rabat INT
DEFAULT 0;
```

- *operacja* może oznaczać
  - dodanie/usunięcie/zmiana nazwy kolumny,
  - zmiana dotychczasowej wartości domyślnej w kolumnie,
  - dodanie/usunięcie warunku poprawności

```
ALTER TABLE klient
ALTER COLUMN telefon DROP NOT NULL
```


Usuwanie tabeli podstawowej

- DROP TABLE *nazwa_tabeli* [RESTRICT | CASCADE];
  - jeżeli wybrano RESTRICT i tabela podstawowa występuje w jakiejkolwiek definicji perspektywy, to instrukcja DROP TABLE nie powiedzie się
  - jeżeli wybrano CASCADE, to instrukcja DROP TABLE powiedzie się i usunie daną tabelę wraz ze wszystkimi perspektywami bazującymi na tej tabeli oraz więzami poprawności

Odwzorowanie modelu encji i związków w model relacyjny

Krok 1: odwzorowanie zwykłych encji

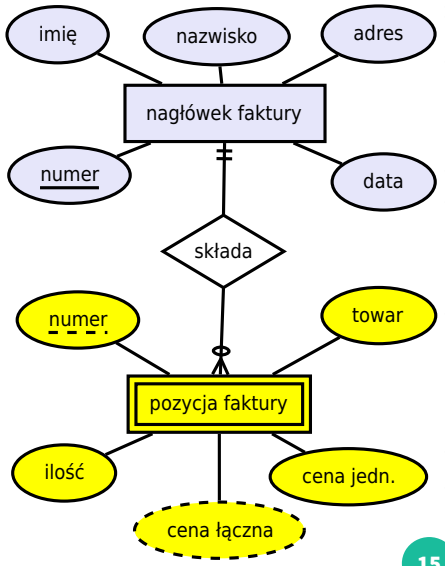
- Każdy typ encji w diagramie ER otrzymuje swoją relację
  - np. *Klient*, *Zamówienie*, *Towar*, *Student*, *Nauczyciel*, itp.
- Atrybutami relacji są wszystkie proste atrybuty encji
  - np. *imię*, *nazwisko*, *pesel*, *nr_zamówienia*, *nazwa* towaru...
  - atrybuty złożone rozpadają się na swoje składowe – nie ma atrybutu *adres*, są atrybuty *miasto*, *ulica*, *kod*
  - atrybuty pochodne, np. *wiek*, w ogóle nie są atrybutami relacji, będą one mogły być wyliczane na bieżąco
  - atrybuty wielokrotne, np. *wykształcenie*, będą obsługiwane inaczej
- Kluczem głównym będzie wybrany klucz z diagramu
  - być może, ale nieczęsto, będzie składał się z wielu atrybutów
  - inne klucze zostaną kluczami alternatywnymi

Przykład

```
create table klient (
    nr              serial      ,
    tytul           char(4)     ,
    imie            varchar(16) ,
    nazwisko        varchar(32)       not null,
    kod_pocztowy    char(6)           not null,
    miasto          varchar(32) ,
    ulica_dom       varchar(64) ,
    telefon         varchar(11) ,
    CONSTRAINT      klient_nr_pk PRIMARY KEY(nr)      );
```


Krok 2: odwzorowanie słabych encji

- Słabe encje, to encje podporządkowane swoim właścicielom
  - nie mają sensu istnienia bez encji właścicielskiej
  - nie mają swojego klucza głównego
  - np. kolejne pozycje faktury
  - możliwe adresy klientów, wykształcenie studentów, dzieci pracowników, itd.

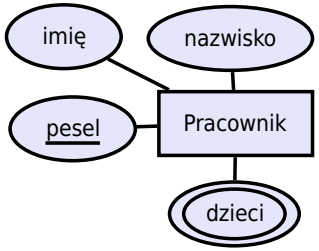


Krok 2: odwzorowanie słabych encji, c.d.

- Każdy typ słabej encji otrzymuje swoją relację wraz z atrybutami prostymi
  - dodatkowo, jednym z atrybutów będzie klucz główny encji właścicielskiej jako klucz obcy relacji
  - klucz ten musi być określony (NOT NULL)
- Kluczem głównym dla słabej encji będzie *zestaw*: klucz główny encji właścicielskiej plus klucz jej słaby
  - np. *numer faktury* plus *numer kolejny* pozycji faktury
  - albo *numer* studenta plus *typ szkoły* dla studenta (student posiada jedno świadectwo szkoły podstawowej, jedno gimnazjum, jedno szkoły średniej)
  - *pesel* pracownika plus *imię* dziecka (pracownik ma dzieci o różnych imionach)

Słabe encje a atrybuty wielokrotne

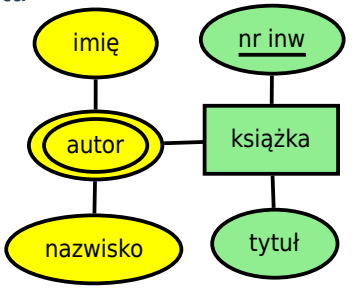
- W szczególnie prostych przypadkach zamiast słabych encji można stosować atrybut wielokrotny
  - np. pracownik i lista jego dzieci
  - odpowiada do słabej encji z jednym tylko atrybutem *nazwa* (chyba, że atrybut ten rozkłada się na więcej)

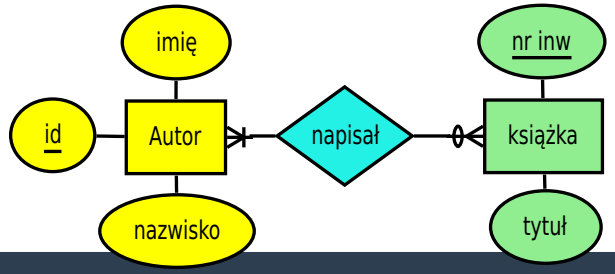


- Metoda stosowana dla słabych encji ma tu zastosowanie
  - relacja z kluczem obcym wskazującym na encję, z której pochodzi atrybut wielokrotny
  - kluczem głównym jest klucz obcy plus atrybut *nazwa*

Słabe encje a atrybuty wielokrotne, c.d.

- W innych przypadkach wartości atrybutu mogą powtarzać się dla różnych encji
  - wówczas atrybut wielokrotny nie odpowiada słabej encji
  - raczej jest to silna encja, a krotność oznacza związek wieloznaczny i powinien być odpowiednio potraktowany





Krok 3: odwzorowanie związków 1:N

- Założenie: dane są dwa typy encji *S* oraz *T*, pomiędzy nimi związek jednoznaczny
  - tzn. dla jednej encji typu *S* przypisanych jest wiele encji typu *T*
- W relacji dla typu encji po stronie „wiele”, *T*, dodajemy klucz obcy wskazujący na klucz główny relacji po stronie „jeden”, *S*
  - jeśli sam związek miał atrybuty, to dołączamy je do *T*
- Jest to najczęstszy związek w projektach
  - *Klient* i jego *Zamówienia* (klucz obcy dla zamówienia)
  - *Zamówienie* i jego *Pozycje* (klucz obcy dla pozycji)
  - *Towar* i *Pozycje*, w których występuje (klucz obcy dla pozycji)
  - *Nauczyciel* i nauczane *Przedmioty* (klucz obcy dla przedmiotu)
- Klucz musi być określony (NOT NULL) jeśli po stronie „jeden” nie dopuszczamy zera, czyli jeden oznacza *dokładnie jeden*

Tabele, SQL

```
create table zamowienie (                    nazwa tabeli
  nr             serial       , typ automatycznego numerowania
  klient_nr      integer        not null,    atrybut musi
  data_zlozenia  date           not null,    być określony
  data_wysylki   date         ,
  koszt_wysylki  numeric(7,2),      nazwa atrybutu
  CONSTRAINT     zamowienie_nr_pk PRIMARY KEY(nr),
          nazwa warunku integralności, najczęściej w postaci
          rozwiniętej: nazwa tabeli_atrybutu_pk
                    nazwa atrybutu będącego kluczem głównym
  CONSTRAINT     klient_fk FOREIGN KEY(klient_nr)
                    nazwa atrybutu będącego kluczem obcym
       REFERENCES klient(nr),        nazwa tabeli i atrybutu
                    w tej tabeli wskazywanego przez klucz obcy
       ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,        określa
  zachowanie systemu w razie naruszenia integralności referencyjnej
);
```

Krok 4: odwzorowanie związków 1:1

- Założenie: dane są dwa typy encji *S* oraz *T*, pomiędzy nimi związek jednojednoznaczny
- Rozwiązanie pierwsze – klucz obcy, który jest też kluczem kandydującym
  - klucz obcy zapewnia związek 1:N, dodatkowy warunek kluczowości zapewnia, że N=1
  - jeśli każde *S* ma przyporządkowane *T*, to można zaprojektować klucz obcy po stronie *S*
  - na ogół jeden z typów ma pełen udział w związku, a drugi niekoniecznie
  - np. *Przedmiot* ma przypisany *Termin*, ale pozostały wolne terminy
  - a może *Termin* jest zarezerwowany dla *Przedmiotu*
  - podobnie *Zapas* ma przypisany *Towar*, którego dotyczy

Tabele, przykład c.d.

```
create table towar (
  nr            serial      ,
  opis          varchar(64)       not null,
  koszt         numeric(7,2)      not null,
  cena          numeric(7,2),
  CONSTRAINT    towar_nr_pk PRIMARY KEY(nr)
);
create table zapas (
  towar_nr      integer not null,
  ilosc         integer not null,
  CONSTRAINT    towar_nr_fk FOREIGN KEY(towar_nr)
       REFERENCES towar(nr)
       ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION
          jest domyślnym zachowaniem systemu w razie naruszenia
  integralności referencyjnej
  CONSTRAINT    zapas_towar_nr_pk PRIMARY KEY(towar_nr)
);
```

- klucz obcy i jednocześnie główny realizuje związek 1:1

Odwzorowanie związków 1:1, c.d.

- Klucz obcy, który jest jednoznaczny można zastosować po stronie typu z niepełnym udziałem jeśli dopuszczalne są wartości NULL dla klucza obcego
  - np. *Termin* ma przypisany *Przedmiot*, chyba, że pozostaje wolny
- Można stosować klucze obce dla obu relacji
  - ale prowadzi to do nadmiarowości informacji i trzeba sięgać specjalnych rozwiązań (wyzwalacze) by to obsłużyć
  - nawet jeśli sytuacja jest symetryczna, to jeden z kluczy musi dopuszczać NULL (dla tej encji, która jest wstawiana wcześniej)

Odwzorowanie związków 1:1, drugie rozwiązanie

- Scalenie dwu relacji
  - zamiast odrębnych relacji dla każdego z typów encji projektujemy jedną relację zawierającą atrybuty obu encji
  - jeśli jeden z udziałów typów w związku jest niepełny, to na pewno musimy dopuszczać nieokreśloność atrybutów
- Przykład: relacja *Przedmiot-Termin*, której typową krotką będzie pełna informacja o przedmiocie i o jego terminie
  - jeśli dopuszczamy przedmioty (jeszcze) niezaplanowane, to atrybuty terminu będą nieokreślone

Tabele, przykład c.d.

```
CREATE TABLE przedmiot_termin (
  kod         serial          PRIMARY KEY,
  rodzaj      varchar(20)     not null,
  nazwa       varchar(50)     not null,
  godziny     int             not null,
-- teraz atrybuty terminu
  dzien_tyg   int           ,
  godzina     int           ,
  sala        varchar(5)    ,
-- nr legitymacji nauczyciela prowadzącego
  nr_leg      char(7)         REFERENCES nauczyciel
       ON UPDATE SET NULL ON DELETE SET NULL,      określa
  zachowanie systemu w razie naruszenia integralności referencyjnej
-- atrybuty encji termin muszą być unikalne
  CONSTRAINT przedmiot_un UNIQUE(dzien_tyg,godzina,sala)
);
```

- związek 1:1 zachodzi ponieważ *obie* encje, przedmiot i termin występują najwyżej jeden raz
- klucz obcy może mieć wartość NULL, brak odniesienia

Krok 5: odwzorowanie związków M:N

- Założenie: dane są dwa typy encji *S* oraz *T*, pomiędzy nimi związek wieloznaczny
- Rozwiązanie: dla związku tworzona jest nowa relacja
  - atrybutami relacji są klucze obce wskazujące na klucze główne w *S* oraz *T*, oba klucze obce muszą być określone (NOT NULL)
  - oraz atrybuty związku, jeśli takie występowały
- Przykład: *Student <Zalicza> Przedmiot* powoduje zaprojektowanie relacji *Zalicza* z dwoma kluczami obcymi
  - i być może atrybutami *ocena*, *data egzaminu*, itp.
- Kluczem głównym w nowej relacji jest zestaw kluczy obcych

Tabele, przykład c.d.

```
create table pozycja
(
    zamowienie_nr integer not null,
    towar_nr      integer not null,
    ilosc         integer not null,
    CONSTRAINT    pozycja_pk
       PRIMARY KEY(zamowienie_nr, towar_nr),
    CONSTRAINT    pozycja_zamowienie_nr_fk
       FOREIGN KEY(zamowienie_nr)
       REFERENCES zamowienie(nr)
       ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
    CONSTRAINT    pozycja_towar_nr_fk
       FOREIGN KEY(towar_nr)
       REFERENCES towar(nr)
);
```

- tabela z dwoma kluczami obcymi realizuje związek wieloznaczny (dwuargumentowy)

Relacja dla związku

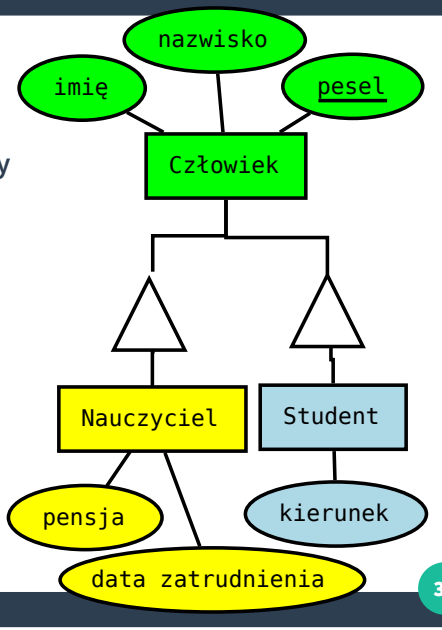
- Rozwiązanie „nowa relacja dla związku” jest zawsze skuteczne
  - jeśli związek jest typu N:M, to są dwa klucze obce
  - jeśli związek jest typu 1:N, to klucz obcy po stronie 1: będzie kluczem kandydującym (UNIQUE/PRIMARY KEY)
  - jeśli związek jest typu 1:1, to każdy z kluczy obcych będzie kluczem kandydującym
- Rozwiązanie jest szczególnie polecane, gdy związek ma niewiele elementów (tzn. udziały obu typów są mocno niepełne)
  - np. projekt studencki może być wykonywany pojedynczo, a czasami przez dwie osoby
  - zamiast projektować klucz obcy dla *Studenta* „druga osoba” lepiej zaprojektować osobną relację z dwoma kluczami
  - nawet jeśli normą mają być pary, to nowa relacja może być łatwiejszym rozwiązaniem niż zmiana istniejącego projektu

Krok 6: odwzorowanie związków niebinarnych

- Rozwiązanie „nowa relacja” jest dobre również dla związków o większej liczbie zaangażowanych typów encji
  - np. *Klient* kupuje *Polisę* u *Agenta*
  - *Lekarz* wykonuje zabieg u *Pacjenta* w asyście *Pielęgniarki* w danym *Gabinecie/Terminie* używając *Sprzętu*
- Kluczem głównym jest często zestaw wszystkich kluczy obcych
  - ale czasami pewne zestawy są w naturalny sposób unikalne
  - np. w relacji *Zabieg* klucz obcy wskazujące gabinet i termin razem z kluczem na lekarza jest unikalny
  - podobnie jak w połączeniu z pielęgniarką czy pacjentem
  - jeden z zestawów może być kluczem głównym, pozostałe są kandydujące

Związek „jest”

- Projekt przewiduje wspólną generalizację kilku typów
  - np. *Student* oraz *Nauczyciel* mają wspólne niektóre atrybuty
  - mogą być uogólnieni do *Człowiek*
  - i jednocześnie zachować atrybuty charakterystyczne
- Generalizacja oznacza związek 1:1
- Generalizacja może być
  - kompletna lub nie
  - rozłączna lub nie



Związek „jest”, c.d.

- Rozwiązanie 1: Jedna relacja dla ogólnego typu oraz relacje dla podtypów z kluczem obcym będącym kluczem kandydującym
  - można zapisać dane spoza wszystkich konkretnych klas
  - można dopuścić, że encja należy do kilku klas
- Rozwiązanie 2: Odrębne relacje z kompletem atrybutów
  - *Student* i *Nauczyciel* mają imię, nazwisko, pesel i dalsze atrybuty
  - nie można zapisać danych osób spoza tych klas
  - można dopuścić należenie do kilku klas (kosztem kopiowania danych)

Związek „jest”, c.d.

- Rozwiązanie 3: Jedna relacja ze wszystkimi atrybutami i dodatkowo atrybutem wskazującym na typ pochodzenia (dyskryminator)
  - każda encja musi należeć najwyżej do jednej klasy
  - można wymusić, że dokładnej do jednej klasy
  - być może będzie dużo wartości niekreślonych
  - ale niektóre atrybuty mogą być wspólne (np. nr legitymacji)
- Rozwiązanie 4: Jedna relacja ze wszystkimi atrybutami oraz z flagami wskazującymi, czy encja należy do tej klasy
  - encje mogą należeć do wielu klas jednocześnie lub do żadnej

Podsumowanie

- Typ zwykłych encji
- Encja podporządkowana
- Związek jednoznaczny
- Związek 1:1
- Związek wieloznaczny
- Związek *n*-składnikowy
- Atrybut prosty
- Atrybut złożony
- Atrybut wielowartościowy
- Relacja z atrybutami
- Relacja z kluczem obcym wskazującym na właściciela
- Klucz obcy po stronie wiele
- Klucz obcy = klucz
  - lub scalenie dwu relacji
- Relacja z 2 kluczami obcymi
- Relacja z *n* kluczami obcymi
- Atrybut
- Kilka atrybutów
- Relacja z kluczem obcym wskazującym na właściciela