Katedra
Informatyki i Automatyki
Politechniki Rzeszowskiej

Bazy Danych

2. DDL

Opracował: Maciej Penar

Spis treści

1. Zanim zaczniemy

Zrelaksować się i przyswoić sobie teorię dot. SQL – w szczególności grup wyrażeń Data Manipulation Language (DML), Data Definition Language (DDL) oraz Data Control Language (DCL). Na chwilę odstawimy wyrażenia SELECT.

Materiały:

- SQL: https://pl.wikipedia.org/wiki/SQL
- Podstawowy kurs systemów baz danych, rozdział … o SQL'ach (nie mam książki przy sobie), J. Ullman, J. Widom

Oprogramowanie:

- ORACLE Database c12
    - SQL Developer

Fragmenty dokumentacji Oracle 12c:

- CREATE TABLE: link
- Indeksy: link
- Dziedziczenie: link
- Przydatne funkcje dla obiektów: link
- Typy danych: link

2. Omówienie DDL

WSTĘP

Pozbiór SQL'a który nazywamy Data Definition Language (DDL) służy do modelowania bazy danych. Wyrażenia DDL na ogół nie zwracają danych, dlatego nazywa się je **poleceniami** (Commands), a nie **zapytaniami** (Queries).

Do najczęściej spotykanych wyrażeń DDL zaliczamy:

- **CREATE structure** – do tworzenia struktur w których przechowywane są dane np. CREATE TABLE
- **ALTER structure** – do zmiany istniejącej struktury np. ALTER TABLE
- **DROP structure** – do usunięcie istniejącej struktury np. DROP TABLE

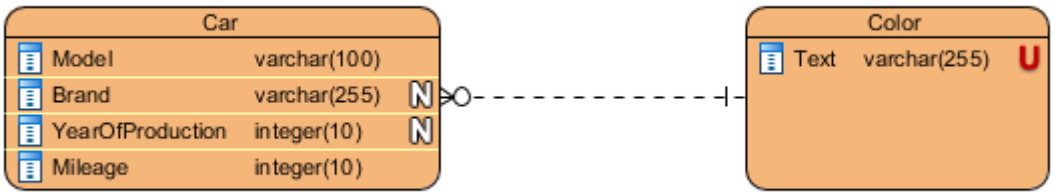
Dobrą praktyką w środowiskach produkcyjnych jest wykonanie poleceń utworzenia struktur (CREATE) jednokrotnie. Ewentualne zmiany przeprowadzane są z użyciem wyrażeń ALTER.

SKRÓT WYRAŻEŃ

- Dotyczące tabel:
  - CREATE TABLE
  - ALTER TABLE
  - DROP TABLE
- Dotyczące indeksów:
  - CREATE INDEX
  - DROP INDEX
- Dotyczące typów:
  - CREATE TYPE
  - DROP TYPE
- Dotyczące sekwencji:
  - CREATE SEQUENCE
  - DROP SEQUENCE
- Dotyczące widoków
  - CREATE VIEW
  - ALTER VIEW
  - DROP VIEW
  - CREATE MATERIALIZED VIEW
- Ograniczenia:
  - ADD CONSTRAINT
  - DROP CONSTRAINT
- Typy ograniczeń:
  - CHECK
  - FOREIGN KEY / REFERENCES
  - UNIQUE
  - PRIMARY KEY
  - NULL / NOT NULL
  - DEFAULT

TWORZENIE TABEL

Załóżmy prostą bazę danych w której przechowujemy samochody, ich podstawowe informacje oraz kolory. Zdecydowaliśmy się zamodelować opis koloru samochodów jako osobną tabelę (tabelę słownikową). ERD wygląda następująco:



Z diagramu wynikają następujące ograniczenia:

- Marka oraz rok produkcji samochodu nie muszą być wpisane
- Model może mieć 100 znaków, Marka może mieć 255 znaków, Nazwa koloru może mieć 255 znaków
- Każdemu samochodu przypisany jest 1 kolor. W danym kolorze może istnieć wiele pojazdów.
- Nazwa koloru jest unikatowa w obrębie encji Color

Tworzenie baz danych zaczynamy od tworzenia tabel słownikowych. Tabelę Color tworzymy przez wyrażenie **CREATE TABLE:**

```
CREATE TABLE Colors (
        ID INT GENERATED ALWAYS AS IDENTITY PRIMARY KEY,
        TEXT VARCHAR(255) UNIQUE NOT NULL
);
```

Prześledźmy wyrażenie **CREATE TABLE** dla Colors**:**

- Linijka „**CREATE TABLE** [nazwa tabeli]” oznacza że chcemy utworzyć tabelę oraz umożliwia jej nazwanie
- Kolejne linie – wewnątrz nawiasów () – umożliwiają specyfikacje pól. W naszej tabeli są dwa pola:
    - Pole **ID** typu **INT,** które jest autogenerowane (**GENERATED ALWAYS AS IDENTITY**) I jest kluczem głównym (**PRIMARY KEY)**
    - Pole **Text** które jest typu **VARCHAR(255)** i jest unikatowe (**UNIQUE**) oraz niepuste (**NOT NULL**)

Utworzymy teraz tabelę dla samochodów:

```
CREATE TABLE Cars (
        ID INT GENERATED ALWAYS AS IDENTITY PRIMARY KEY,
        COLOR_ID INT REFERENCES Colors(ID) ON DELETE SET NULL,
        MODEL  VARCHAR(100) NULL,
        BRAND  VARCHAR(100) NOT NULL CHECK (UPPER(BRAND) IN ('TOYOTA', 'BMW', 'LEXUS')),
        YEAR_OF_PRODUCTION INT NULL CHECK (YEAR_OF_PRODUCTION > 1900),
        MILEAGE INT DEFAULT 0,
        FRIENDLY_NAME AS (Model || ' ' || Brand)
);
```

Prześledźmy deklaracje pól w **CREATE TABLE** dla Cars**:**

- Pole **ID** typu **INT,** które jest autogenerowane (**GENERATED ALWAYS AS IDENTITY**) I jest kluczem głównym (**PRIMARY KEY)**
- Pole **COLOR_ID** jest typu **INT** i wskazuje na pole ID w tabeli Colors. Gdy pewien kolor zostanie usunięty z tabeli Colors, pociągnie to aktualizację rekordów samochodów w tabeli Cars tak by wartości COLOR_ID były równe NULL. Wyrażenie **ON DELETE SET NULL** jest opcjonalne, inne dostępne techniki w ramach tego wyrażenia to:
    - **ON UPDATE / ON DELETE –** precyzujące kiedy wymuszenie poprawności danych ma miejsce
    - **SET NULL / RESTRICT / CASCADE / NO ACTION –** precyzujące charakter podjętej akcji w ramach naruszenia więzów integralności (braku wskazywanego rekordu)
- Pole **MODEL** może mieć wartości NULL i maksymalną długość 100 znaków
- Pole **BRAND** nie może mieć wartości NULL i wartość musi należeć do zbioru ('TOYOTA', 'BMW', 'LEXUS')
- Pole **YEAR_OF_ PRODUCTION** może być wartością NULL, ale jak już ma wartość, to musi być większa od 1900
- Pole **MILEAGE** jest domyślnie inicjowanie wartością 0
- Pole **FRIENDLY_NAME** którego typu nie znamy, ale jest wartością wyliczoną z kolumn **MODEL** i **BRAND** (znak || to konkatenacja)

Ogólnie rzecz biorąc wyrażenie **CREATE TABLE** ma następującą składnię:

```
CREATE TABLE [nazwa tabeli] (
        [nazwa pola 1] [typ pola 1] [ograniczenia pola 1],
        [nazwa pola 2] [typ pola 2] [ograniczenia pola 2],
        ….,
        [nazwa pola N] [typ pola N] [ograniczenia pola N],
        [dodatkowe ograniczenia]
) [konfiguracja tabeli];
```

USUWANIE TABEL

Usuwanie tabel wykonujemy za pomocą polecenia „**DROP TABLE** [nazwa tabeli];”:

- **DROP TABLE** Cars;
- **DROP TABLE** Colors;

TWORZENIE PROSTYCH OBIEKTÓW

Ciągniemy wątek samochody – kolory do granic absurdu. Załóżmy że mamy dobre powody żeby implementować naszą bazę danych jako relacyjno-obiektową bazę danych. Tworzenie obiektów zasadniczo nie różni się od tworzenia tabel.

Utworzenie klasy odbywa się za pomocą wyrażenia **CREATE TYPE** [nazwa typu] **AS OBJECT.**

Utworzymy klasę Color:

```
CREATE TYPE Color AS OBJECT (
  TEXT VARCHAR(255)
);
```

Gdy mamy definicję klasy, możemy utworzyć na jej podstawie tabele relacyjno-obiektową za pomocą wyrażenia:

"CREATE TABLE [nazwa tabel] OF [nazwa typu];"

W naszym przypadku:

```
CREATE TABLE Colors OF Color;
```

Dodajmy kilka obiektów do tabeli:

```
INSERT INTO Colors VALUES('Green');
INSERT INTO Colors VALUES('Red');
INSERT INTO Colors VALUES('Blue');
```

Dwa specjalne funkcje z których możemy korzystać w przypadku obiektów to:

- REF(x) – zwrócenie referencji do obiektu
- VALUE(x) – zwrócenie obiektu jako wartości

Dwa proste przykłady wykorzystania REF/VALUE:

```
SELECT REF(c) FROM Colors c;
SELECT VALUE(c) FROM Colors c;
```

Teraz utwórzmy tabele Cars która będzie przechowywała nie klucz obcy do tabeli Cars, ale referencje na obiekty typu Car. Pogrubiam istotną linijkę.

```
CREATE TABLE Cars (
        ID INT GENERATED ALWAYS AS IDENTITY PRIMARY KEY,
        COLOR REF COLOR,
        MODEL  VARCHAR(100) NULL,
        BRAND  VARCHAR(100) NOT NULL CHECK (UPPER(BRAND) IN ('TOYOTA', 'BMW', 'LEXUS')),
        YEAR_OF_PRODUCTION INT NULL CHECK (YEAR_OF_PRODUCTION > 1900),
        MILEAGE INT DEFAULT 0,
        FRIENDLY_NAME AS (Model || ' ' || Brand)
);
```

Debugowanie / walidacja relacyjno-obiektowych baz danych nie jest łatwa ☹. Dodawanie rekordów do tabeli Cars możemy przeprowadzić następująco:

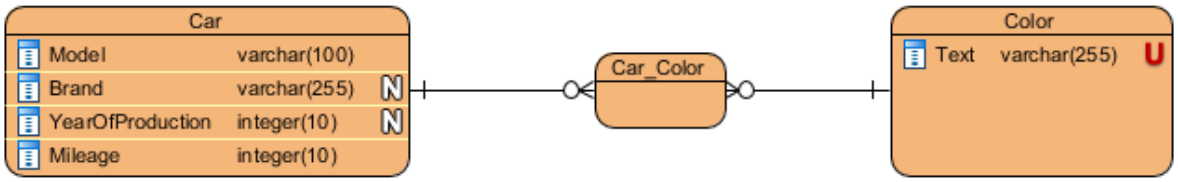
```
INSERT INTO Cars("COLOR", "MODEL", "BRAND", "YEAR_OF_PRODUCTION")
VALUES((SELECT REF(c) FROM COLORS c WHERE Text = 'Red'),'Prius', 'Toyota', '2000');
```

Przykład odpytywania tabeli Cars:

```
SELECT
  "ID",
  "BRAND",
  "MODEL",
  DEREF("COLOR").TEXT"
FROM
  Cars;
```

TWORZENIE KOLEKCJI OBIEKTÓW – POZIOM ADVANCED

Dobra… to jeszcze nic. Załóżmy że ktoś zauważył że ograniczenie: „Samochód ma 1 kolor”, jest za mocne. W takim scenariuszu stwierdzamy że rzeczywiste ERD powinno wyglądać:



Zdefiniujmy nowy typ który będzie kolekcją Referencji do Coloru (**REF COLOR**).

```
CREATE TYPE COLORSET IS TABLE OF REF COLOR;
```

Typ **COLORSET** przechowuje kolekcję referencji typu COLOR.

Utworzenie tabeli Cars. Znowu pogrubiam linijkę istotną:

```
CREATE TABLE Cars (
        ID INT GENERATED ALWAYS AS IDENTITY PRIMARY KEY,
        COLORS COLORSET,
        MODEL  VARCHAR(100) NULL,
        BRAND  VARCHAR(100) NOT NULL CHECK (UPPER(BRAND) IN ('TOYOTA', 'BMW', 'LEXUS')),
        YEAR_OF_PRODUCTION INT NULL CHECK (YEAR_OF_PRODUCTION > 1900),
        MILEAGE INT DEFAULT 0,
        FRIENDLY_NAME AS (Model || ' ' || Brand)
) NESTED TABLE COLORS STORE AS NESTED_CARS_COLORS;
```

Wstawianie rekordów do tabeli Cars:

```
INSERT INTO Cars("COLORS", "MODEL", "BRAND", "YEAR_OF_PRODUCTION")
VALUES((SELECT CAST(COLLECT(REF(c)) AS COLORSET) FROM COLORS c),'Prius', 'Toyota', '2000');
```

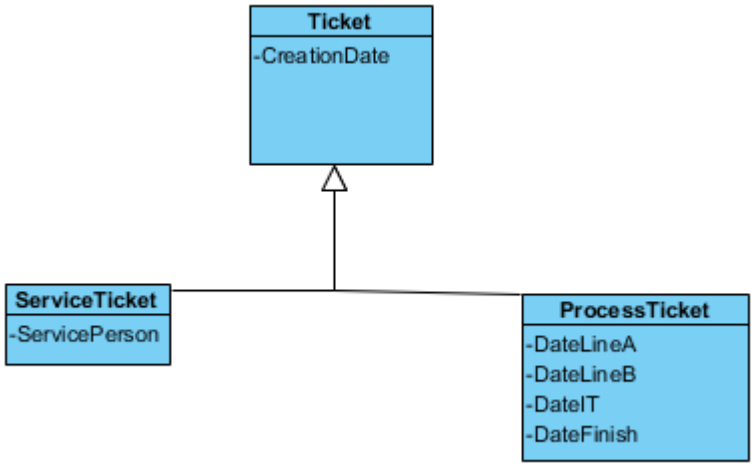
Odpytywanie tabeli zagnieżdżonej:

```
SELECT
  c.BRAND,
  c.MODEL,
  DEREF(t.COLUMN_VALUE).TEXT
FROM
  CARS c,
  TABLE(c.COLORS) t;
```

DZIEDZICZENIE – POZIOM EXPERT

Żeby wyczerpać możliwości modelowania u klasycznych dostawców, zaprezentujemy tu jeszcze jedną metodę: dziedziczenie tabel/typów.

Załóżmy że chcemy zbierać dane przedstawione na następującym diagramie:



Mamy trzy byty:

- Ticket (zgłoszenie) – które ma swój czas wystąpienia
- ServiceTicket (zgłoszenie serwisowe) – które ma zarówno czas wystąpienia jak i osobę przypisaną do zgłoszenia
- ProcessTicket (zgłoszenie procesowe) – opisujące jakiś niezidentyfikowany proces – za pomocą stemplów czasowych

Utwórzmy typ bazowy **Ticket**:

```
CREATE TYPE TICKET AS OBJECT(
        CREATE_DATE TIMESTAMP
) NOT FINAL;
```

Istotne jest to żeby na końcu znalazło się ograniczenie **NOT FINAL** – wszystkie typy w Oracle są domyślnie oznaczane jako **final** (nie mogą być dziedziczone).

Utwórzmy typy pochodne **ServiceTicket**:

```
CREATE TYPE SERVICE_TICKET UNDER TICKET(
  SERVICE_PERSON VARCHAR(200)
);
```

Dziedziczenie odbywa się za pomocą wyrażenia UNDER [supertyp].

Na koniec stwórzmy typ pochodny **ProcessTicket:**

```
CREATE TYPE PROCESS_TICKET UNDER TICKET(
  DATE_LINE_A TIMESTAMP,
  DATE_LINE_B TIMESTAMP,
  DATE_IT TIMESTAMP,
  DATE_FINISH TIMESTAMP
);
```

Utwórzmy tabelę TICKETS:

```
CREATE TABLE TICKETS OF TICKET;
```

Hmm.. co możemy dodać? Zobaczmy. Na pewno typ TICKET:

```
INSERT INTO TICKETS VALUES(TICKET(SYSDATE));
```

Możemy też wsadzić podtypy… sorry za niewyszukany insert via PROCESS_TICKET :P :

```
INSERT INTO TICKETS VALUES(SERVICE_TICKET(SYSDATE, 'GB'));
INSERT INTO TICKETS VALUES(PROCESS_TICKET(SYSDATE, SYSDATE, SYSDATE, SYSDATE, SYSDATE));
```

No dobra… jak to odpytać? Zapytanie:

```
SELECT * FROM TICKETS t;
```

Zwraca:

```
CREATE_DATE
---------------------------
18/03/30 18:52:13,000000000
18/03/30 18:52:36,000000000
18/03/30 18:55:05,000000000
```

Hmm.. brakuje nam kolumn podtypów ☹

Może tak:

```
SELECT * FROM TICKETS t WHERE VALUE(t) IS OF (SERVICE_TICKET);
```

Zwraca:

```
CREATE_DATE
---------------------------
18/03/30 19:02:33,000000000
```

Dalej nie… Ale zapytanie:

```
SELECT
  TREAT(VALUE(t) AS SERVICE_TICKET).CREATE_DATE AS CREATE_DATE,
  TREAT(VALUE(t) AS SERVICE_TICKET).SERVICE_PERSON AS SERVICE_PERSON
FROM
  TICKETS t;
```

Zwraca:

```
18/03/30 19:02:33,000000000       GB
```

Nie jesteśmy poprawni. Wszystkie 3 obiekty posiadają CREATE_DATE.

Zapytanie:

```
SELECT
  CREATE_DATE AS CREATE_DATE,
  TREAT(VALUE(t) AS SERVICE_TICKET).SERVICE_PERSON AS SERVICE_PERSON
FROM
  TICKETS t;
```

Daje poprawny wynik:

	CREATE_DATE	SERVICE_PERSON
1	18/03/30 19:02:33,000000000	(null)
2	18/03/30 19:02:33,000000000	GB
3	18/03/30 19:02:33,000000000	(null)

Dziedziczenie umożliwia tworzenie takich zapytań:

```
SELECT
  CREATE_DATE AS CREATE_DATE,
  TREAT(VALUE(t) AS SERVICE_TICKET).SERVICE_PERSON AS SERVICE_PERSON,
  TREAT(VALUE(t) AS PROCESS_TICKET).DATE_LINE_A AS DATE_LINE_A,
  TREAT(VALUE(t) AS PROCESS_TICKET).DATE_LINE_B AS DATE_LINE_B,
  TREAT(VALUE(t) AS PROCESS_TICKET).DATE_IT AS DATE_IT,
  TREAT(VALUE(t) AS PROCESS_TICKET).DATE_FINISH AS DATE_FINISH
FROM
  TICKETS t;
```

Wynik:

CREATE_DATE	SERVICE_PERSON	DATE_LINE_A	DATE_LINE_B	DATE_IT	DATE_FINISH
18/03/30 19:02:33...	(null)	(null)	(null)	(null)	(null)
18/03/30 19:02:33...	GB	(null)	(null)	(null)	(null)
18/03/30 19:02:33...	(null)	18/03/30 19:02:33,000000000	18/03/30 19:02:33,000000000	18/03/30 19:02:33,000000000	18/03/30 19:02:33,00000000

Ostatnią opcją jest możliwość ograniczenia się do konkretnego typu za pomocą wyrażenia

„**VALUE**( ) **IS OF**([typ])”

Przykład:

```
SELECT
  CREATE_DATE AS CREATE_DATE,
  TREAT(VALUE(t) AS SERVICE_TICKET).SERVICE_PERSON AS SERVICE_PERSON
FROM
  TICKETS t
WHERE
  VALUE(t) IS OF(SERVICE_TICKET);
```

Zwraca:

CREATE_DATE	SERVICE_PERSON
18/03/30 19:02:33,000000000	GB

Tyle.

3. (3 pkt) Bonusowe punkty

Na któryś zajęciach laboratoryjnych chciałbym pokazać dlaczego MS Access jest **bardzo** źle zaprojektowanym narzędziem. Dodatkowo na 3-ciej liście wracamy z SQL'em, ale do tego potrzebujemy porządnej Bazy Danych – można taką postawić podążając instrukcją https://github.com/mpenarprz/BazyDanychI4/blob/master/Laboratorium/docx/1L.Oracle%20%26%20HammerDB.docx

Z tego też względu przyznaję bonusowe punkty za:

- (1 pkt) za pokazanie że macie zainstalowanego lokalnie Access 2016
- (2 pkt) za pokazanie że macie zainstalowanego Oracle'a 12c i posadzoną bazę TPC-H

3. (12 pkt) Data Definition Language

Wybrać i opisać dowolną, sensowną mini-rzeczywistość – dająca się opisać w minimum 3 encjach. Określić jakie zapytania będą najczęściej wykonywane. W oparciu opisaną mini-rzeczywistość przygotować skrypty **Up.sql, Down.sql** oraz **Upgrade.sql**.

(8 PKT) UP.SQL

W tym skrypcie powinny znaleźć się wyrażenia **CREATE** które tworzą struktury oraz związki.

1. Napisać krótki opis mikro-świata
2. Utworzyć sekwencje przez **CREATE SEQUENCE**
3. Napisać wyrażenia **CREATE TABLE / CREATE TYPE**. Upewnić się że w każdej tabeli:
    a. Istnieje klucz główny, uzupełniany wartościami z sekwencji
    b. Dobrać odpowiednie typy danych
    c. Dobrane są odpowiednie ograniczenia (CHECK / NULL/ UNIQUE/DEFAULT)
    d. Zamodelowane są poprawne związki
    e. Nie ma wiszącej tabeli (takiej które nie jest wskazywana kluczem obcym z innej tabeli oraz nie posiada klucza obcego do innej tabeli)
4. Utworzyć widok eksponujący co najmniej dwie tabele
5. Określić jakie zapytania będą najczęściej wykonywane. Napisać polecenia **CREATE INDEX** pokrywające pola w zaproponowanych zapytaniach.
6. ** Skrypt powinien być idempotentny*

(2 PKT) DOWN.SQL

W tym skrypcie powinny znaleźć się wyrażenia **DROP** które zniszczą wszystkie obiekty.

1. Napisać polecenie **DROP** do wszystkich obiektów ze skryptu **Up.sql**
2. ** Skrypt powinien być idempotentny*

(2 PKT) UPDATE.SQL

W tym skrypcie powinny znaleźć się wyrażenia **ALTER** które zmodyfikują istniejącą strukturę.

1. Napisać polecenie **ALTER TABLE,** które doda kolumnę wyliczalną (np. wykona uppercase/lowercase na kolumnie tekstowej, albo wyliczy hash ze wszystkich kolumn za pomocą funkcji STANDARD_HASH link)
2. Napisać polecenie **ALTER TABLE** które zmodyfikuje istniejącą kolumnę tekstową i zwiększy jej długość