Hurtownie danych - przegląd technologii

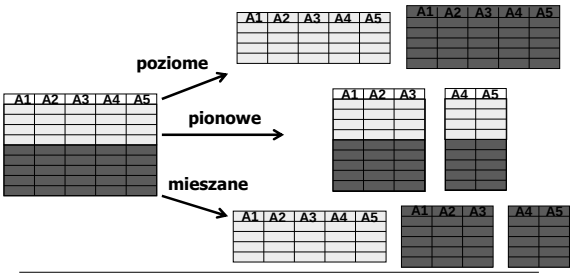
Robert Wrembel
Politechnika Poznańska
Instytut Informatyki
`Robert.Wrembel@cs.put.poznan.pl`
`www.cs.put.poznan.pl/rwrembel`

Partycjonowanie tabel (1)

- Podział tabeli na mniejsze fragmenty
  - operacje dostępu do dysków mogą być wykonywane równolegle;
  - jest równoważone obciążenie dysków;
  - polecenia SQL adresujące różne partycje mogą być wykonywane równolegle;
  - polecenia SQL mogą adresować konkretną partycję eliminując w ten sposób konieczność przeszukiwania całej tabeli;
  - wzrasta bezpieczeństwo danych w przypadku awarii sprzętu - awaria np. jednego dysku uniemożliwia dostęp tylko do partycji na tym dysku, natomiast partycje znajdujące się na nieuszkodzonych dyskach są nadal dostępne;
  - wzrasta szybkość odtwarzania danych po awarii - odtwarzaniu podlegają tylko uszkodzone partycje, a nie cała tabela

Partycjonowanie tabel (2)

- Wybór partycji do której trafi rekord jest realizowany na podstawie wartości jednego lub kilku wybranych atrybutów tabeli – tzw. atrybutów partycjonujących



Kryteria poprawności partycjonowania (1)

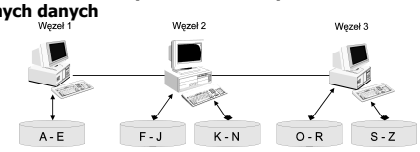
- Kompletność (ang. *completeness*)
  - jeżeli tabela T została podzielona na partycje TP_1, TP_2, ..., TP_n, to każdy rekord z T lub jego fragment musi się znaleźć w jednej z partycji TP_1, TP_2, ..., lub TP_n
  - kryterium to gwarantuje, że na skutek partycjonowania żadna informacja z tabeli pierwotnej T nie zostanie utracona

Kryteria poprawności partycjonowania (2)

- Rekonstrukcja (ang. *reconstruction*)
  - musi istnieć możliwość zrekonstruowania pierwotnej tabeli T ze wszystkich jej partycji
  - rekonstrukcja nie może doprowadzić ani do utraty danych, ani do powstania danych nadmiarowych
- Rozłączność (ang. *disjointness*)
  - jeżeli tabela T została podzielona na partycje TP_1, TP_2, ..., TP_n, to każdy rekord z T lub jego fragment nie może się znaleźć w więcej niż jednej partycji
  - kryterium to gwarantuje, że na skutek partycjonowania w bazie danych nie pojawią się informacje nadmiarowe
  - wyjątkiem od tej reguły jest partycjonowanie pionowe, w którym wartości atrybutów stanowiących klucz podstawowy tabeli występują w każdej partycji

Algorytmy partycjonowania (1)

- Round-Robin
  - umożliwia równomierne rozpraszanie danych w węzłach sieci
  - dane są rozpraszane w sposób przypadkowy, więc odnalezienie żądanych informacji wymaga przeszukania wszystkich węzłów
- Bazujący na wartości
  - rozmieszczenie danych w sieci zależy od wartości samych danych



Algorytmy partycjonowania (2)

- **Haszowy**
  - dane są umieszczane w węzłach zgodnie z wartością systemowej funkcji haszowej
  - argumentem wejściowym tej funkcji jest wartość atrybutu, a jej wynikiem — adres węzła, w którym zostanie umieszczony rekord
  - w celu odnalezienia żądanych informacji SZBD wykorzystuję tę samą funkcję haszową, która została wykorzystana do rozproszenia danych
  - zaletą tej metody jest możliwość automatycznego umieszczania w tym samym węźle rekordów pochodzących z różnych, powiązanych z sobą tabel

Algorytmy partycjonowania (3)

- **Hybrydowy**
  - umożliwia dwustopniowe rozpraszanie danych
  - w kroku pierwszym, dane są umieszczane w poszczególnych węzłach za pomocą haszowania
  - w kroku drugim, dane są umieszczane na poszczególnych dyskach danego węzła, za pomocą techniki partycjonowania bazującego na wartości

Oracle – partycjonowanie zakresowe (1)

- **Dla każdej partycji określa się zakres wartości atrybutu partycjonującego**
  - do danej partycji trafiają więc rekordy ze ściśle określonego dla tej partycji zakresu

```
create table klienci1
 (klient_id number(10), imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25), kod_miasta varchar2(6))
partition by range(kod_miasta)
 (partition p_klienci_C values less than ('D') tablespace dane1,
  partition p_klienci_F values less than ('G') tablespace dane2,
  partition p_klienci_M values less than ('N') tablespace dane3);
```

- **Rekord jest wstawiany do odpowiedniej partycji na podstawie wartości atrybutu partycjonującego**
- **Jeżeli wartość tego atrybutu dla wstawianego rekordu nie pasuje do zakresu żadnej partycji, wówczas system zgłasza błąd**

Oracle – partycjonowanie zakresowe (2)

- **Nieograniczony rozmiar ostatniej partycji**

```
create table klienci2
 (klient_id number(10),
  imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25),
  kod_miasta varchar2(6))
partition by range(kod_miasta)
 (partition p_klienci_C values less than ('D') tablespace dane1,
  partition p_klienci_F values less than ('G') tablespace dane2,
  partition p_klienci_M values less than ('N') tablespace dane3,
  partition p_klienci_MAX values less than (maxvalue)
    tablespace dane4);
```

- **Słowo kluczowe `maxvalue` w ostatniej klauzuli `partition` wskazuje, że maksymalny zakres tej partycji jest nieograniczony. Tak zdefiniowana partycja będzie przechowywała również rekordy z pustymi wartościami atrybutów partycjonujących, tj. *kod_miasta* w naszym przykładzie**

Oracle – partycjonowanie listowe (1)

- **Dla każdej partycji określa się zbiór wartości atrybutu partycjonującego za pomocą `klauzuli partition by list ()`**

```
create table bilety1
 (nr_biletu varchar2(15),
  cena number(6,2),
  klient_id number(10),
  klasa varchar2(12))
partition by list (klasa)
 (partition p_ekonomiczna values ('ekonomiczna')
     tablespace dane1,
  partition p_wyzsze values ('business', 'pierwsza')
     tablespace dane2);
```


Oracle – partycjonowanie listowe (2)

- **Jeżeli wartość atrybutu partycjonującego dla wstawianego rekordu nie pasuje do wartości żadnej partycji, wówczas system zgłasza błąd**
- **Definicję tabeli partycjonowanej można rozszerzyć o partycję umożliwiającą przechowywanie wszystkich innych wartości**
  - **do definiowania takiej partycji wykorzystuje się słowo kluczowe `default`**

```
create table bilety2
 (nr_biletu varchar2(15), cena number(6,2),
  klient_id number(10), klasa varchar2(12))
partition by list (klasa)
 (partition p_ekonomiczna values ('ekonomiczna')
     tablespace dane1,
  partition p_business values ('business', 'pierwsza')
     tablespace dane2,
  partition p_inne values (default) tablespace dane3);
```

Oracle – partycjonowanie haszowe (1)

- Tabela *klienci_part_hash1* jest dzielona na pięć partycji
  - każda z nich jest umieszczona w domyślnej przestrzeni tabel użytkownika
  - nazwy partycji są nadawane przez system według formatu *SYS_Pnnn*

```
create table klienci_part_hash1
 (klient_id number(10),
  imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25),
  kod_miasta varchar2(6))
partition by hash(kod_miasta)
partitions 5;
```


Oracle – partycjonowanie haszowe (2)

- Tabela *klienci_part_hash2* zostanie podzielona na pięć partycji umieszczonych w jawnie wyspecyfikowanych przestrzeniach tabel *dane1*, *dane2* i *dane3*
  - liczba partycji jest większa niż liczba przestrzeni tabel, więc partycje są umieszczane w kolejnych przestrzeniach tabel za pomocą algorytmu round-robin
  - nazwy partycji są nadawane przez system

```
create table klienci_part_hash2
 (klient_id number(10),
  imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25),
  kod_miasta varchar2(6))
partition by hash(kod_miasta)
partitions 5
store in (dane1, dane2, dane3);
```


Oracle – partycjonowanie haszowe (3)

- Tabela *klienci_part_hash3* zostanie podzielona na trzy partycje umieszczone kolejno w przestrzeniach tabel *dane1*, *dane2* i *dane3*

```
create table klienci_part_hash3
 (klient_id number(10),
  imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25),
  kod_miasta varchar2(6))
partition by hash(kod_miasta)
 (partition p_klienci_1 tablespace dane1,
  partition p_klienci_2 tablespace dane2,
  partition p_klienci_3 tablespace dane3);
```


Oracle – partycjonowanie hybrydowe (1)

- Partycje uzyskane za pomocą partycjonowania zakresowego mogą być dalej dzielone albo za pomocą partycjonowania haszowego albo listowego
  - tabela *sprzedaz1*, jest najpierw dzielona na trzy główne partycje zakresowe zgodnie z wartością atrybutu *rok* (klauzula `partition by range (rok)`)
    - partycje te mają nazwy *p_1990*, *p_2000*, *p_2010* i są umieszczane odpowiednio w przestrzeniach tabel *dane1*, *dane2*, *dane3*
  - następnie, każda z tych partycji jest dzielona na dwie podpartycje haszowe, zgodnie z wartością atrybutu *sklep_id* (klauzule `subpartition by hash (sklep_id) subpartitions 2`)

```
create table sprzedaz1
 (id_sprzedazy number(10), kwota number (6,2), klient_id number(10),
  sklep_id number(10), rok number(4))
partition by range (rok)
subpartition by hash (sklep_id)
subpartitions 2
 (partition p_1990 values less than (1991) tablespace dane1,
  partition p_2000 values less than (2001) tablespace dane2,
  partition p_2010 values less than (2011) tablespace dane3);
```

Oracle – partycjonowanie hybrydowe (2)

- Każda z partycji głównych może być niezależnie dzielona na podpartycje
  - tabela *sprzedaz2* jest dzielona na trzy główne partycje zakresowe
  - następnie każda z tych partycji jest niezależnie dzielona na podpartycje haszowe: *p_1990* i *p_2000* — na 2 podpartycje (klauzule `subpartitions 2`), a *p_2010* — na cztery podpartycje o jawnie podanych nazwach *sp_1*, *sp_2*, *sp_3*, *sp_4*

```
create table sprzedaz2
 (id_sprzedazy number(10), kwota number (6,2), klient_id number(10),
  sklep_id number(10), rok number(4))
partition by range (rok)
subpartition by hash (sklep_id)
 (partition p_1990 values less than (1991) tablespace dane1
    subpartitions 2,
  partition p_2000 values less than (2001) tablespace dane2
    subpartitions 2,
  partition p_2010 values less than (2011) tablespace dane3
    (subpartition sp_1, subpartition sp_2,
     subpartition sp_3, subpartition sp_4));
```

DML na tabelach partycjonowanych

- Adresowanie konkretnej partycji w poleceniach SELECT i DELETE

```
select * from klienci partition
(p_klienci_c);
```

```
delete from klienci partition
(p_klienci_MAX);
```

- Modyfikacje wartości atrybutu mogą być wykonywane jedynie wtedy, gdy nie powodują przeniesienia rekordu do innej partycji, tj. nowa wartość modyfikowanego atrybutu znajduje się w tym samym zakresie partycji, co wartość sprzed modyfikacji
  - w przeciwnym przypadku, system zgłasza błąd
  - jedynym sposobem przeniesienia rekordu do innej partycji jest jego usunięcie, a następnie wstawienie, ale z nową wartością atrybutu partycjonującego

Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (1)

- dodanie nowej partycji do tabeli (`alter table add partition`);
- podział partycji na dwie (`alter table split partition`);
- przeniesienie partycji do innej przestrzeni tabel (`alter table move partition`);
- zmiana nazwy partycji (`alter table rename partition`);
- scalenie zawartości dwóch partycji (`alter table merge partition`);
- wymiana danych partycji z danymi wskazanej tabeli (`alter table exchange partition`);
- zmodyfikowanie parametrów partycji (`alter table modify partition`), m.in. parametry składowania;
- usunięcie danych z partycji (`alter table truncate partition`);
- usunięcie partycji z tabeli (`alter table drop partition`)

Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (2)

- Dodanie nowej partycji

```
alter table klienci1
add partition p_klienci_MAX values less than (maxvalue)
  tablespace dane4
      storage (initial 128K
               next 128K
               pctincrease 0
               minextents 1);
```

partycja zakresowa

partycja listowa

```
alter table bilety1
add partition p_inne values ('1', '2', '3')
tablespace dane1;
```

partycja haszowa

```
alter table klienci_part_hash3
add partition p_klienci_4
tablespace dane3;
```


Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (3)

- Do tabeli z wyspecyfikowanym maksymalnym zakresem partycji za pomocą `maxvalue` - dla partycji zakresowych lub `default` - dla partycji listowych nie można dodawać nowych partycji
  - jedynym sposobem zwiększenia liczby partycji jest w takim przypadku podział ostatniej partycji na dwie
    - podział partycji jest możliwy jedynie dla partycji zakresowych i listowych
- Partycja ***p_klienci_MAX*** jest dzielona na dwie nowe, o nazwach ***p_klienci_Q*** i ***p_klienci_MAX1***
  - zakres wartości dla ***p_klienci_Q*** to ciągi znaków od ***N*** do ***Q***
  - zakres wartości dla ***p_klienci_MAX1*** rozpoczyna się od litery ***R***

```
alter table klienci1
split partition p_klienci_MAX
at ('R')
into (partition p_klienci_Q tablespace dane4,
      partition p_klienci_R_MAX tablespace dane5);
```


Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (4)

- Podział partycji listowej ***p_inne***, w tabeli ***bilety1***
  - `values` umożliwia wskazanie zbioru wartości dla pierwszej partycji wymienionej w klauzuli `into`, czyli ***p_inne1***

```
alter table bilety1
split partition p_inne
values ('1', '2')
into (partition p_inne1,
      partition p_inne2);
```

- Poniższe polecenie przenosi partycję ***p_inne2*** do przestrzeni tabel ***dane3***

```
alter table bilety1
move partition p_inne2 tablespace dane3;
```


Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (5)

- Zmiana nazwy partycji

```
alter table bilety1 rename partition p_inne2 to p_klasa3;
```

- Scalenie dwóch partycji w jedną
  - możliwe jedynie dla partycji zakresowych lub listowych
  - poniższe polecenie scala zawartość partycji ***p_inne1*** i ***p_klasa3***, a rezultat scalenia zostanie zapisany w nowej partycji ***p_inne***
  - partycje źródłowe po scaleniu są automatycznie usuwane

```
alter table bilety1
merge partitions p_inne1, p_klasa3 into partition p_inne;
```


Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (6)

- Wymiana danych pomiędzy partycją, a tabelą
  - zawartość partycji ***p_ekonomiczna*** zostanie zamieniona z zawartością tabeli ***rezerwacje***
  - klauzula `without validation` powoduje wymianę danych nawet jeśli nie spełniają one kryteriów zakresu wartości dla partycji
  - domyślną klauzulą jest `with validation`
    - dane nie zostaną wymienione jeśli choć jeden rekord naruszałby kryteria zakresu wartości dla partycji

```
alter table bilety1
exchange partition p_ekonomiczna with table rezerwacje
without validation;
```

- Wymiana danych partycja → tabela możliwa jeżeli:
  - oba obiekty mają identyczną liczbę atrybutów oraz identyczne typy i długości odpowiadających sobie atrybutów
  - nazwy odpowiadajacych sobie atrybutów mogą być różne

Zarządzanie tabelami partycjonowanymi (7)

- Usunięcie danych z partycji

```
alter table bilety1
truncate partition p_ekonomiczna;
```

```
alter table bilety1
drop partition p_klasa3;
```

- Usunięcie partycji
  - możliwe tylko dla partycji zakresowych i listowych
  - partycji haszowych nie można usunąć
  - dla partycji haszowych należy zastosować COALESCE PARTITION
  - COALESCE PARTITION - przenosi rekordy z wybranej przez system partycji do pozostałych partycji i usuwa tę partycję

```
alter table klienci_part_hash3 coalesce partition;
```


Informacje słownikowe

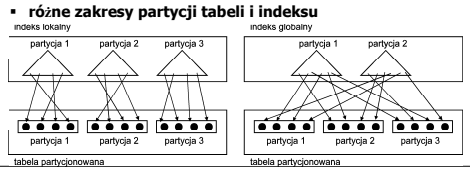
- Tabele partycjonowane – USER_PART_TABLES
  - TABLE_NAME
  - PARTITIONING_TYPE (HASH, LIST, RANGE)
  - PARTITION_COUNT (liczba partycji)
  - DEF_TABLESPACE_NAME
- Atrybuty partycjonujące – USER_PART_KEY_COLUMNS
  - COLUMN_NAME
  - COLUMN_POSITION
- Partycje tabeli – USER_TAB_PARTITIONS
  - TABLE_NAME
  - COMPOSITE (NO, YES – part. hybrydowe)
  - PARTITION_NAME
  - HIGH_VALUE
  - TABLESPACE_NAME
- Podpartycje – USER_TAB_SUBPARTITIONS, USER_SUBPART_KEY_COLUMNS

Partycjonowanie indeksów (1)

- Cel
  - zwiększenie stopnia współbieżności transakcji
  - minimalizacja rywalizacji transakcji, poprzez rozproszenie operacji wejścia/wyjścia wykonywanych na indeksie
- *Oracle9i* umożliwia tworzenie indeksów:
  - partycjonowanych zarówno dla tabel partycjonowanych, jak i niepartycjonowanych
  - tabela partycjonowana może natomiast posiadać zarówno indeks partycjonowany, jak i niepartycjonowany
- W zależności od sposobu partycjonowania, wyróżnia się dwa rodzaje indeksów: lokalne i globalne

Partycjonowanie indeksów (2)

- Indeks lokalny (local) → sposób partycjonowania indeksu jest identyczny ze sposobem partycjonowania indeksowanej tabeli
  - identyczność partycjonowania oznacza zgodność atrybutów partycjonujących i zakresów partycji
- Indeks globalny → sposób partycjonowania indeksu jest inny niż sposób partycjonowania tabeli indeksowanej
  - różne atrybuty partycjonujące tabeli i indeksu
  - różne zakresy partycji tabeli i indeksu



Partycjonowanie indeksów (3)

- Ze względu na zbiór indeksowanych atrybutów wyróżnia się indeksy prefiksowane i nieprefiksowane
  - Indeks prefiksowany (prefixed) → pierwsze kolumny indeksu bazują na atrybutach partycjonujących tabeli, z zachowaniem kolejności tych atrybutów
  - Indeks nieprefiksowany (nonprefixed) → pierwsze kolumny indeksu nie bazują na atrybutach partycjonujących tabeli
- W praktyce, najczęściej stosuje się prefiksowane indeksy lokalne, natomiast nie stosuje się indeksów globalnych bez prefiksu

Tworzenie indeksów (1)

- Indeks lokalny
  - w poniższym przykładzie zostaną utworzone cztery odrębne indeksy — po jednym dla każdej z czterech partycji tabeli *klienci2*
  - zakresy wartości indeksu dla danej partycji będą identyczne z zakresem tej partycji tabeli

```
create index klienci2_local_indx
on klienci2(kod_miasta)
local
(partition p_klienci_C_indx tablespace dane1_indx,
 partition p_klienci_F_indx tablespace dane2_indx,
 partition p_klienci_M_indx tablespace dane3_indx,
 partition p_klienci_MAX_indx tablespace dane4_indx);
```

Tworzenie indeksów (2)

- Indeks globalny
  - nie może być stosowany dla tabel partycjonowanych haszowo
  - w poniższym przykładzie indeks nie jest dzielony na partycje → jest indeksem niepartycjonowanym
  - zawiera wskazania do wszystkich rekordów umieszczonych we wszystkich partycjach tabeli *klienci2*

```
create index klienci2_global_inx
on klienci2(status)
global;
```


Tworzenie indeksów (3)

- Indeks globalny podzielony na partycje
  - liczba partycji tego indeksu i zakresy wartości każdej z partycji są różne od liczby i zakresu wartości partycji indeksowanej tabeli
  - indeks zostanie podzielony na dwie partycje:
    - pierwsza będzie gromadzić klucze indeksu dla *kod_miasta < M*
    - druga — pozostałe

```
create index klienci2_global1_indx
on klienci2(kod_miasta)
global
partition by range (kod_miasta)
(partition p_klienci_L_indx values less than ('M')
    tablespace dane1_indx,
 partition p_klienci_MAX_indx values less than (maxvalue)
    tablespace dane2_indx);
```

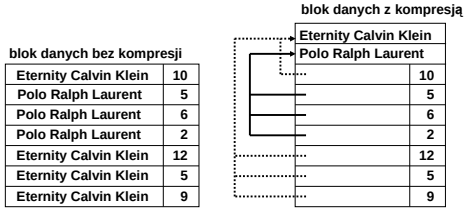

Zarządzanie indeksami partycjonowanymi

- podział partycji na dwie (`alter index split partition`);
- zmiana nazwy partycji (`alter index rename partition`);
- zmodyfikowanie parametrów partycji (`alter index modify partition`);
- usunięcie partycji (`alter index drop partition`);
- ponowne utworzenie indeksu dla wskazanej partycji (`alter index rebuild partition`)

- Informacje słownikowe
  - Indeksy partycjonowane – USER_PART_INDEXES
  - Partycje indeksu – USER_IND_PARTITIONS

Kompresja danych

- Kompresja indeksów B-drzewo i bitmapowych
- Kompresja segmentów danych (tabele niepartycjonowane, partycje tabel partycjonowanych zakresowo i listowo)



Kompresja partycji

```
create table klienci2
 (klient_id number(10),
  imie varchar2(25),
  nazwisko varchar2(25),
  kod_miasta varchar2(6))
partition by range(kod_miasta)
 (partition p_klienci_C values less than ('D')
     tablespace dane1 COMPRESS,
  partition p_klienci_F values less than ('G')
     tablespace dane2 COMPRESS,
  partition p_klienci_M values less than ('N')
     tablespace dane3 COMPRESS,
  partition p_klienci_MAX values less than (maxvalue)
    tablespace dane4);
```