

1. Niech  $attr(R) = AB$  i  $attr(S) = BC$ . Złączenie zewnętrzne relacji  $R$  i  $S$  ( $R$  OUTER JOIN  $S$ ) to operacja, która daje w wyniku relację  $T$  o schemacie  $attr(T) = ABC$  zawierającą wszystkie krotki złączenia naturalnego  $R$  i  $S$  oraz dodatkowo krotki, które nie weszły do złączenia (nie połączyły się z krotką z relacji przeciwnej) uzupełnione NULL-ami w polach drugiej relacji. Zapisz złączenie zewnętrzne za pomocą operacji:  $\pi$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\times$ ,  $\cup$ ,  $\setminus$ .
2. Pokaż, że selekcje z dowolnymi warunkami używającymi koniunkcji, alternatywy, równości ( $=$ ) i nierówności ( $\neq$ ) mogą być symulowane za pomocą fragmentu algebry relacji składającego się z operacji  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\setminus$ , oraz selekcji atomowych (tzn. będących równością lub nierównością).
3. Czy operator różnicy  $\setminus$  da się wyrazić za pomocą wyrażeń algebry relacji z operatorami  $\pi$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\times$ ,  $\cup$ ? Załóż, że warunki  $F$  są koniunkcjami atomów postaci  $Atr_1 = \text{const}$  lub  $Atr_1 = Atr_2$ , gdzie  $Atr_1, Atr_2$  są atrybutami, a  $\text{const}$  stałą odpowiedniego typu. *Wskazówka: poszukaj pewnej charakterystycznej cechy, którą mają wszystkie zapytania wyrażalne za pomocą  $\pi$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ ,  $\times$ ,  $\cup$ , a której nie musi mieć zapytanie wyrażone z użyciem  $\setminus$ .* Zastanów się też czy ograniczenie na postać warunków  $F$  powyżej konieczne? Czy dopuszczenie alternatywy lub nierówności ( $\neq$ ) w warunkach  $F$  coś zmienia?
4. Rozważmy relacje  $R = ABC$  i  $S = BCD$ , przy czym  $BC$  w relacji  $R$  jest kluczem obcym wskazującym na relację  $S$ . Załóżmy, że w kolumnach  $BC$  relacji  $R$  mogą występować wartości puste (NULL). Jak powinna wówczas przebiegać kontrola integralności referencyjnej?
5. Udowodnij, że rzut i suma są operacjami wzajemnie “przemiennymi”, tzn. zachodzi rozłączność sumy względem rzutu:

$$\pi_{\alpha}(R \cup S) = \pi_{\alpha}(R) \cup \pi_{\alpha}(S)$$

Sprawdź, czy ta sama własność zachodzi dla rzutu i różnicy.

6. Wyjaśnij po polsku znaczenie zapytań odnoszących się do bazy BIBLIOTEKA opisanej niżej:

- (a)  $\pi_{autor}((K \bowtie E) \setminus \pi_{nrK, autor, tytuł, opis, sygn, rokWyd}(\sigma_{czasWyp > 31.12.2006}(K \bowtie E \bowtie W)))$ ;
- (b)  $\pi_{nazwisko}(\sigma_{sygn1 \neq sygn}(\sigma_{czasZwr \text{ IS NULL and } czasZwr1 \text{ IS NULL}}(W \bowtie C \bowtie \rho_{W1(nrC, sygn1, czasWyp1, czasZwr1)}(W))))$ .
- (c)  $\pi_{nrK, sygn}(E) \setminus \pi_{nrK, sygn}(\sigma_{r1 < r2}(\rho_{E1(s1, nrK, r1)}(E) \bowtie \rho_{E1(sygn, nrK, r2)}(E)))$

7. Potrenuj samodzielnie pisząc wyrażenia algebry relacji dla poniższych pytań. Na zajęciach trzeba będzie zapisać w algebrze relacji podobne, ale nie takie same zapytania.
- Podaj nazwiska osób, które nie miały wypożyczonej żadnej książki w styczniu 2015 (tzn. nie miały książki z biblioteki w domu ani jednego dnia w tym miesiącu).
  - Podaj nazwiska osób, które choć raz wypożyczyły pewną książkę (dzieło) tego samego dnia, gdy ją oddały (to samo dzieło). Zastanów się, jak znaleźć czytelników, którzy od chwili zapisania do biblioteki cały czas mają wypożyczoną jakąś książkę. Aby z czasu wypożyczenia odzyskać dzień, użyj funkcji  $day(czasWyp)$ .
  - Podaj nazwiska osób, które tylko raz wypożyczyły książkę (i oddały ją).
  - Podaj nazwiska czytelników, którzy wypożyczyli jakąś książkę, której nie lubią.
  - Podaj tytuły książek lubianych przez te same osoby, które lubią *Lalkę* Bolesława Prusa.
  - Podaj nazwiska osób, które wypożyczyły *Lalkę* Bolesława Prusa przed *Anną Abacką* i był to ten sam egzemplarz. Zastanów się, jak znaleźć te osoby, które wypożyczyły egzemplarz *Lalki* bezpośrednio przed *Anną Abacką* (tzn. nikt w międzyczasie tego egzemplarza nie wypożyczał).

Baza danych biblioteki składa się z relacji (klucze główne są podkreślone):

- $K = (\underline{nrK}, autor, tytuł, opis)$  — książki, jako dzieła, a nie konkretne egzemplarze;
- $E = (\underline{sygn}, nrK, rokWyd)$  — konkretne egzemplarze książek z rokiem wydania i odnośnikiem do tabeli K, gdzie po atrybucie **nrK** można odszukać dzieło, znaleźć jego autora itp.;
- $C = (\underline{nrC}, nazwisko, adres)$  — dane czytelników zarejestrowanych w bibliotece; dla uproszczenia przyjmujemy, że adres to tylko nazwa miasta;
- $W = (nrC, sygn, czasWyp, czasZwr)$  — informacja o wypożyczeniu egzemplarza książki; pierwsze pole czas to moment wypożyczenia; drugie pole czas jest na początku puste i wypełnia się je dopiero w chwili zwrotu książki; czasy zapisywane są z bardzo dużą dokładnością i przyjmujemy, że nie jest możliwe wykonanie dwóch akcji w bazie w tym samym czasie;
- $L = (\underline{nrC}, \underline{nrK})$  — wpis w tej tabeli oznacza, że dany czytelnik lubi dane dzieło.