# Bazy Danych i Usługi Sieciowe

## Algebra relacji i SQL

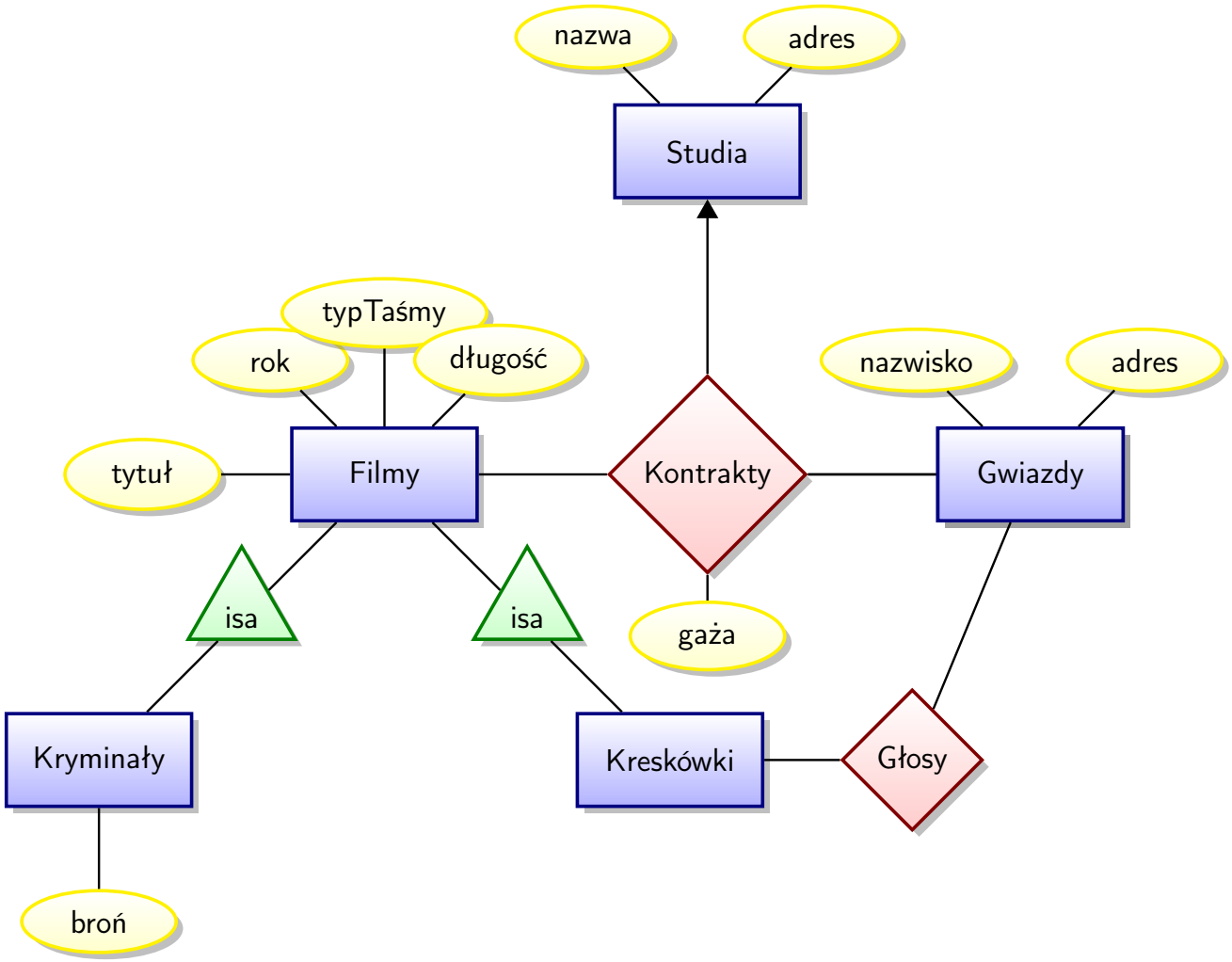
Paweł Daniluk

Wydział Fizyki

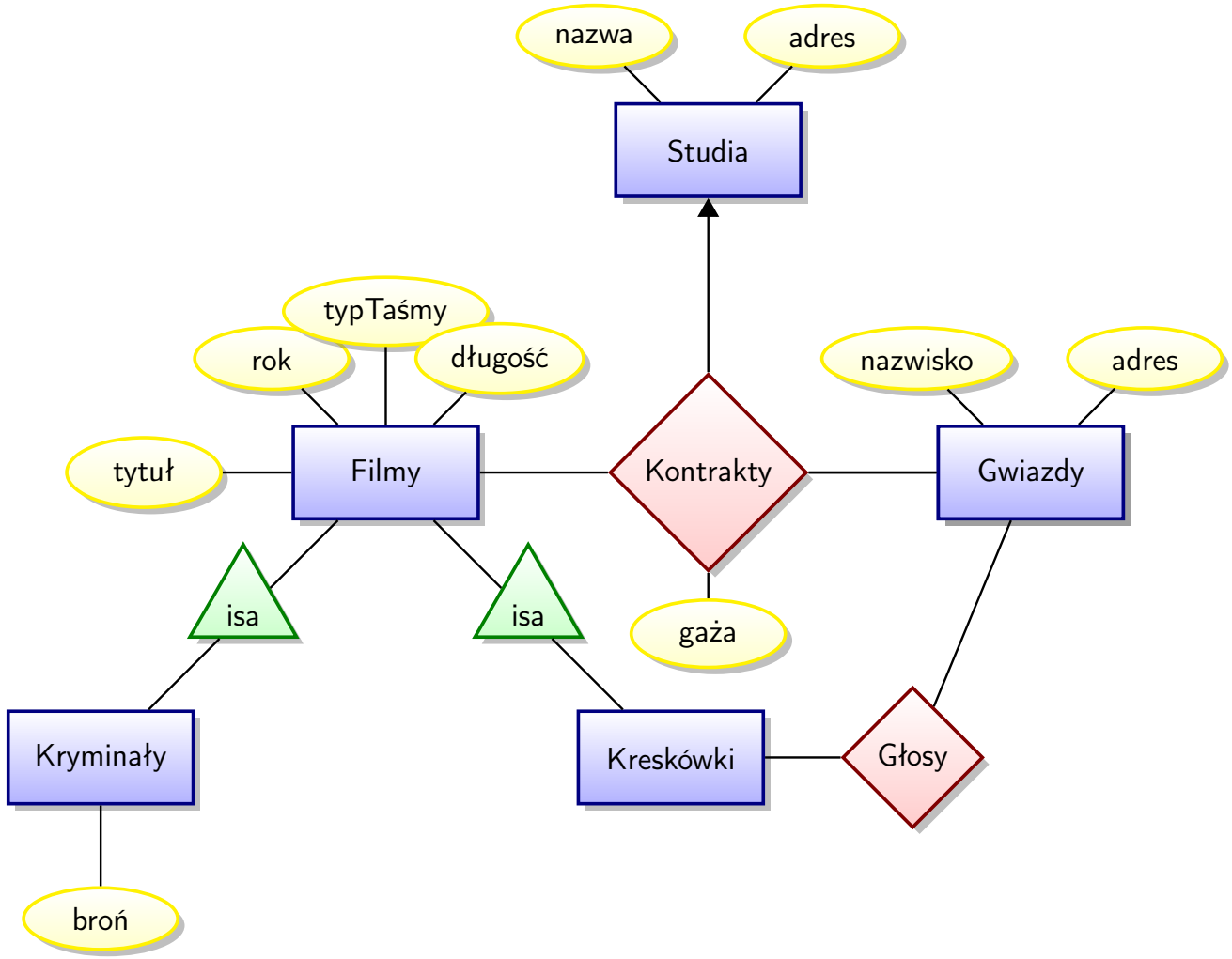
Jesień 2013



# Do czego służy baza danych?



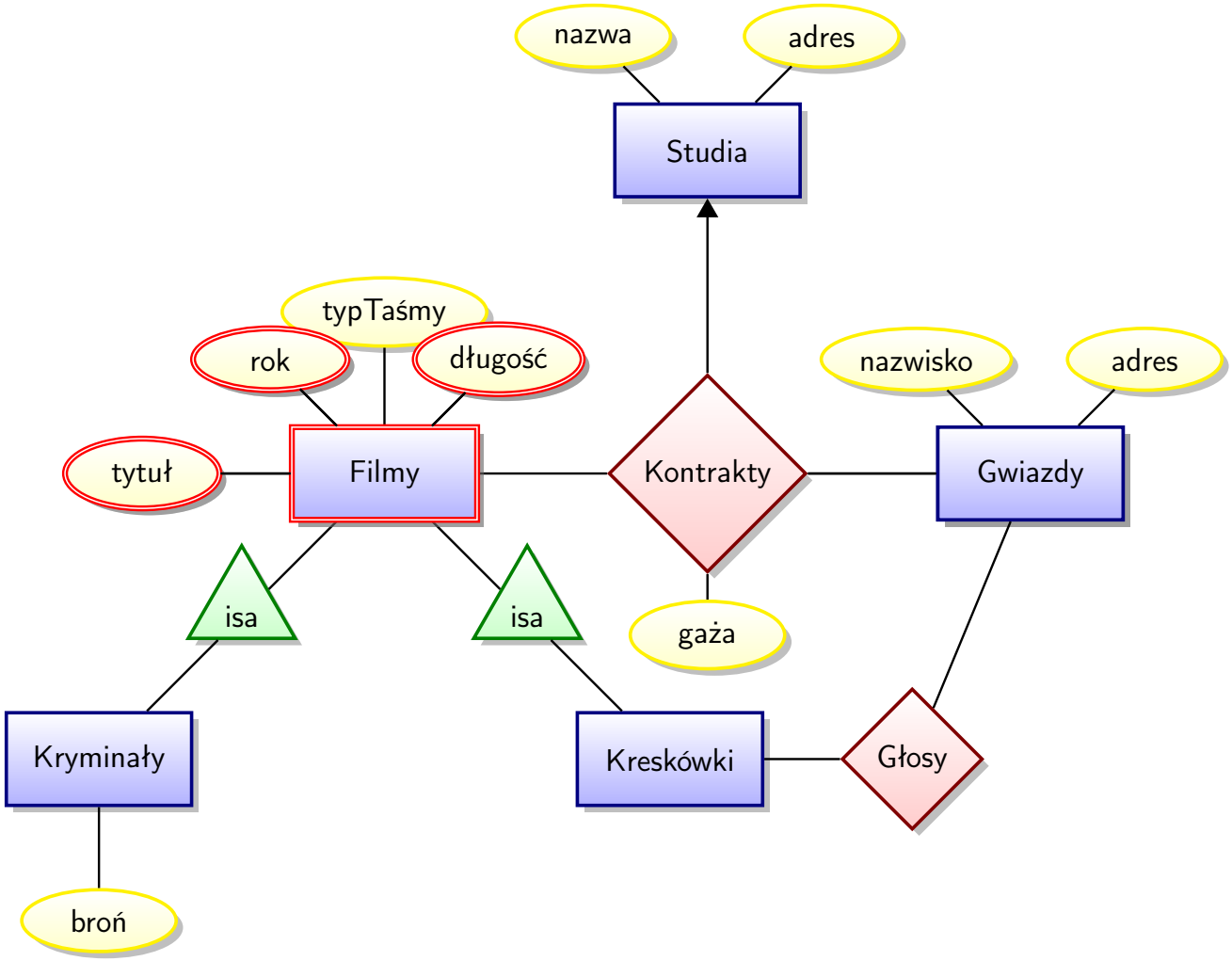
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jak długo trwają "Gwiezdne wojny"?

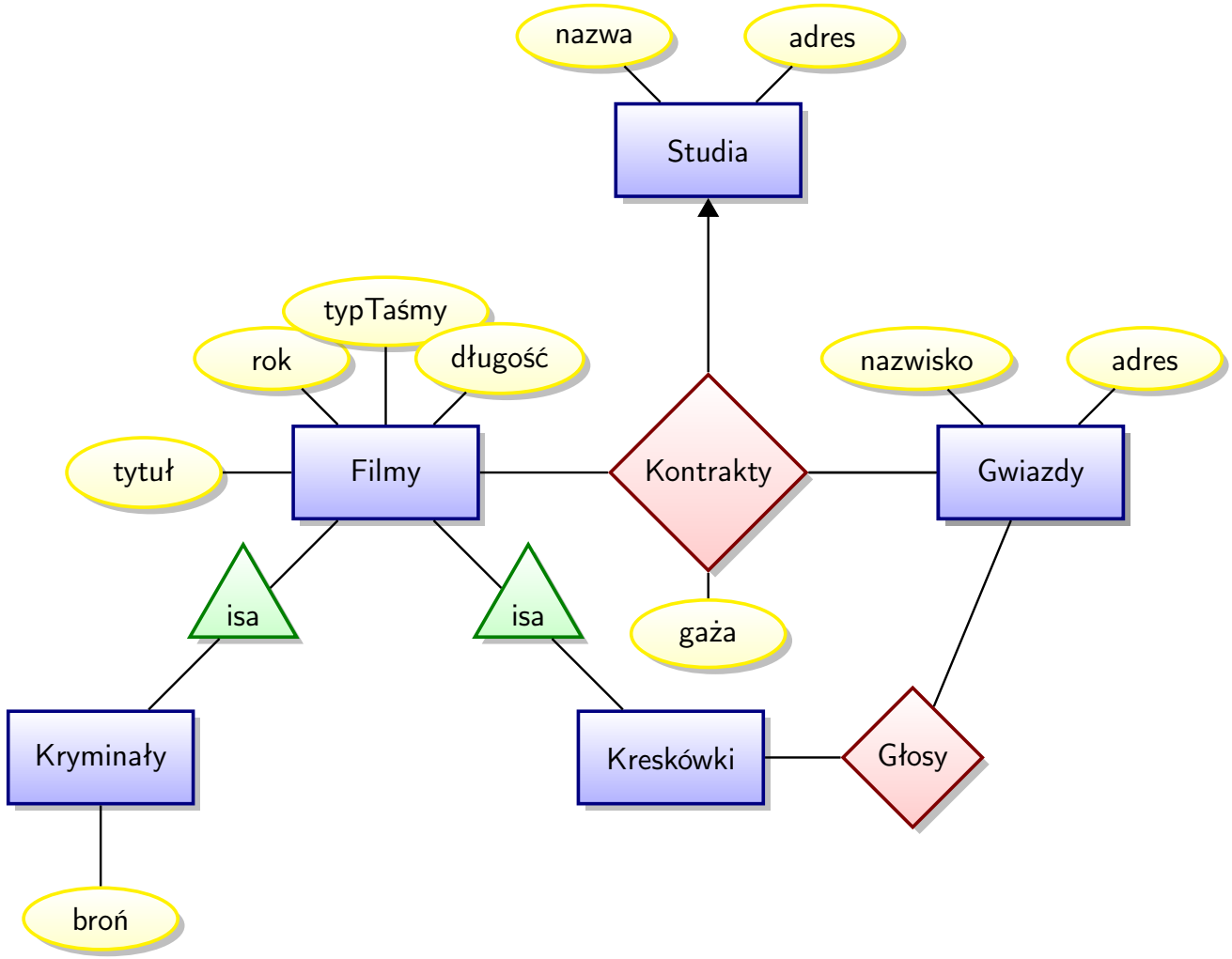
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jak długo trwają "Gwiezdne wojny"?

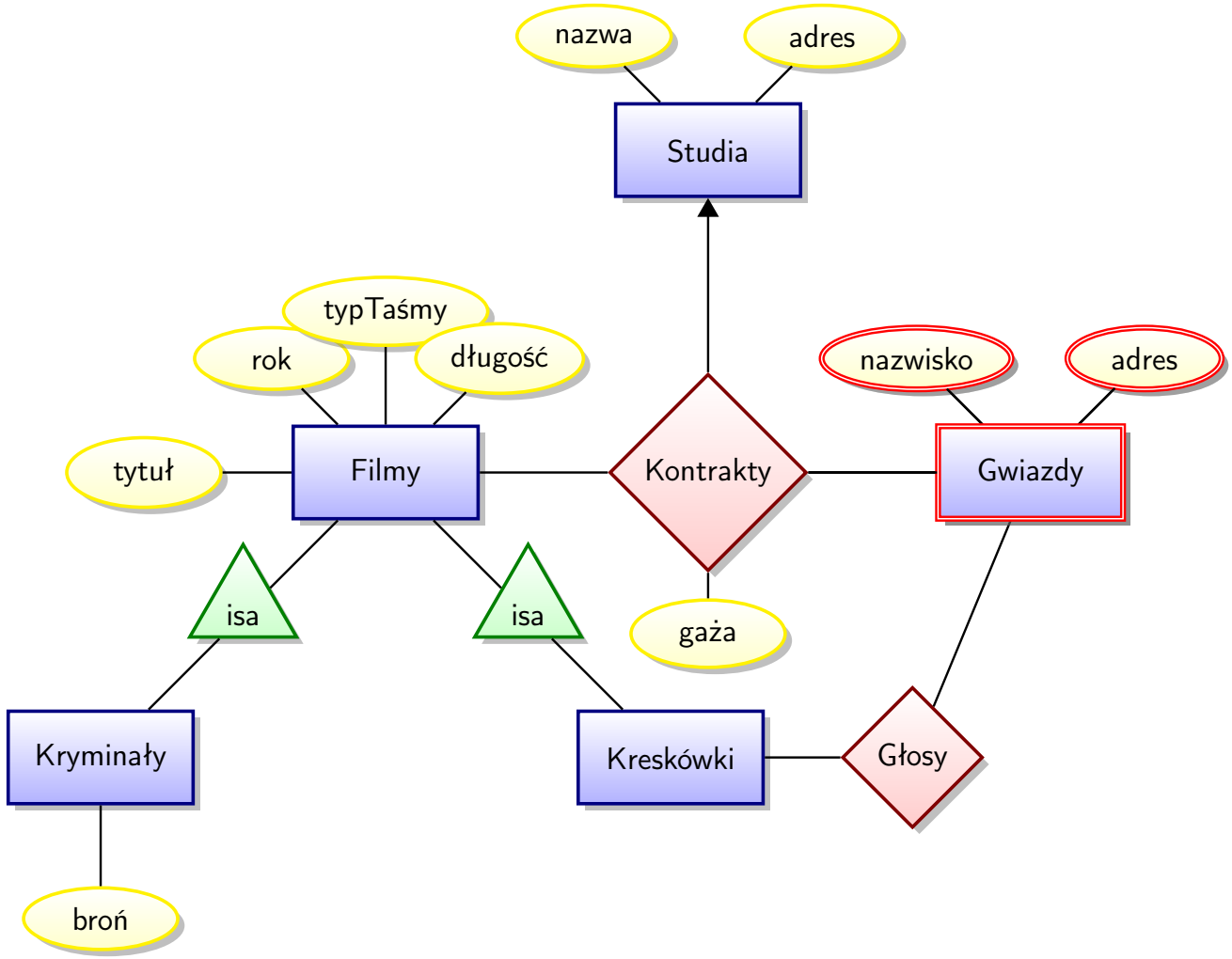
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Gdzie mieszka Arnold Schwarzenegger?

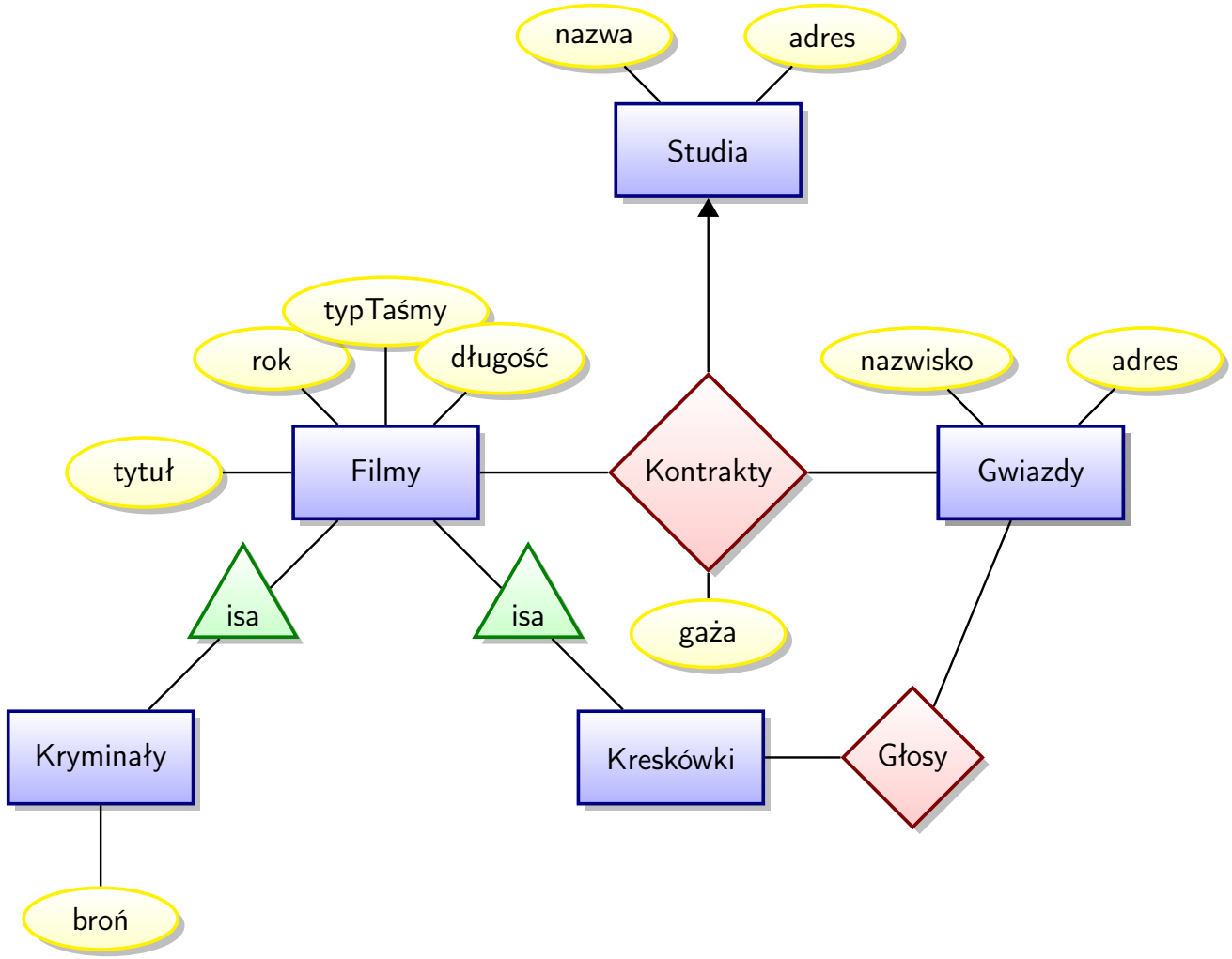
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Gdzie mieszka Arnold Schwarzenegger?

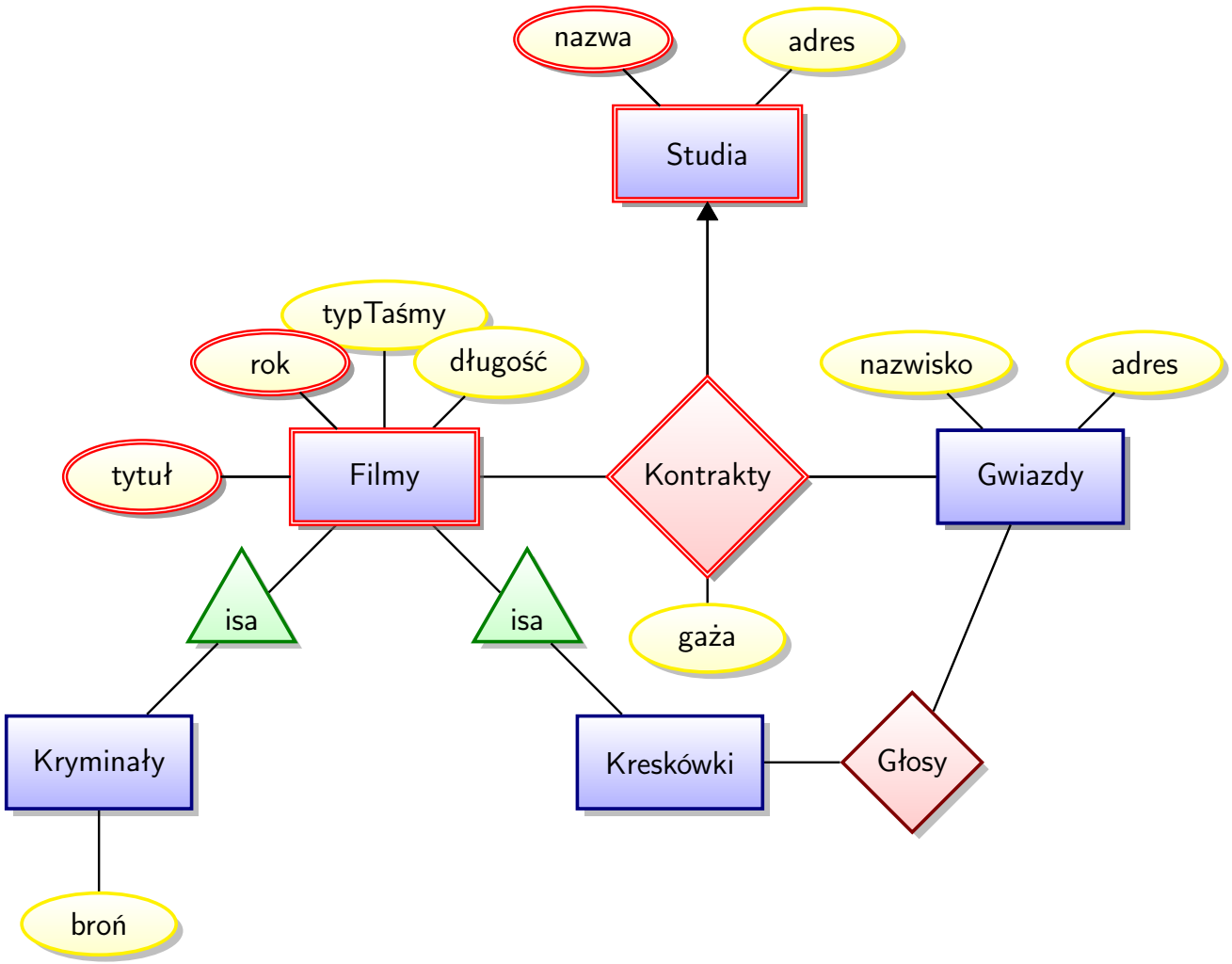
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jakie studio nagrało "Buntownika bez powodu"?

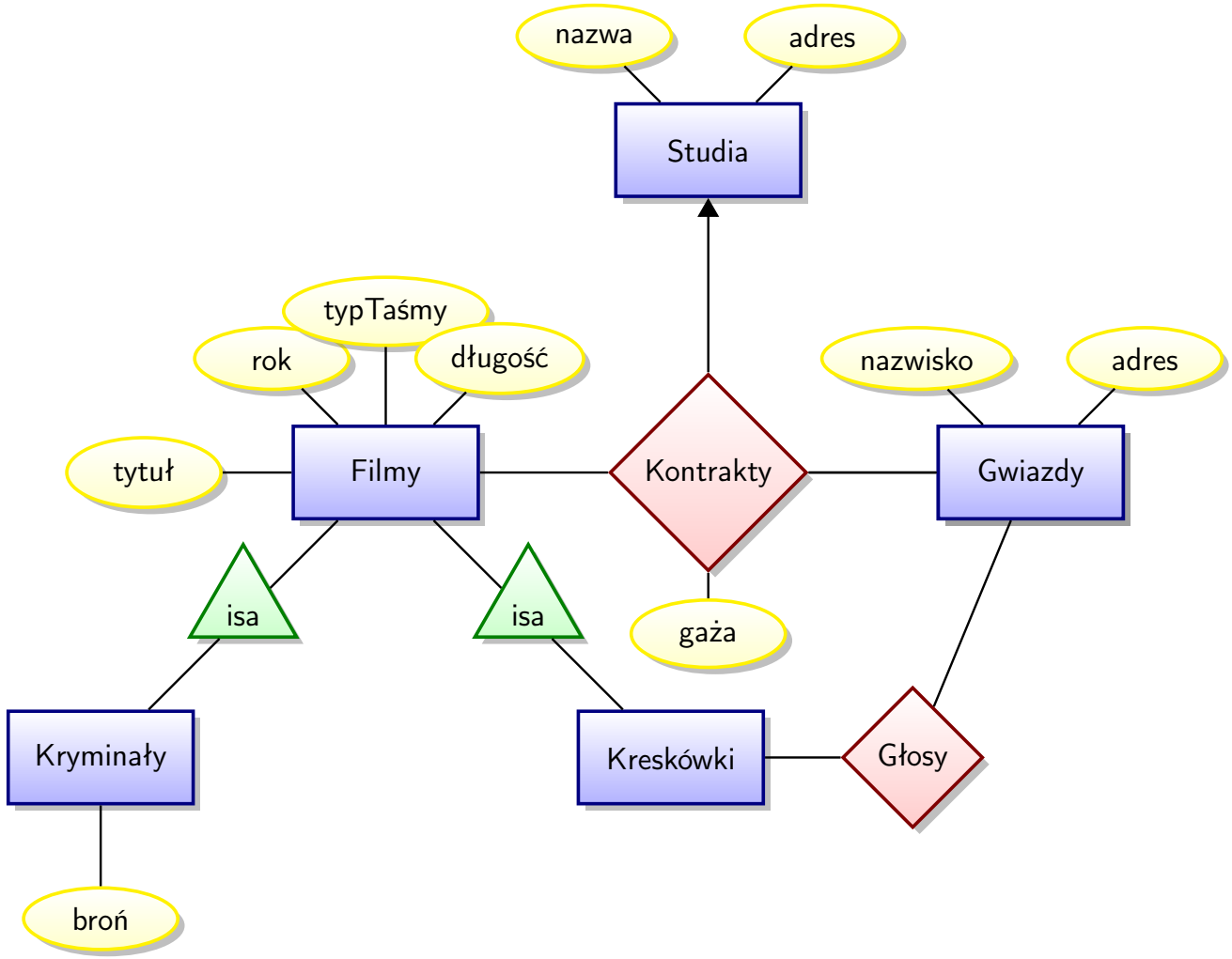
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jakie studio nagrało "Buntownika bez powodu"?

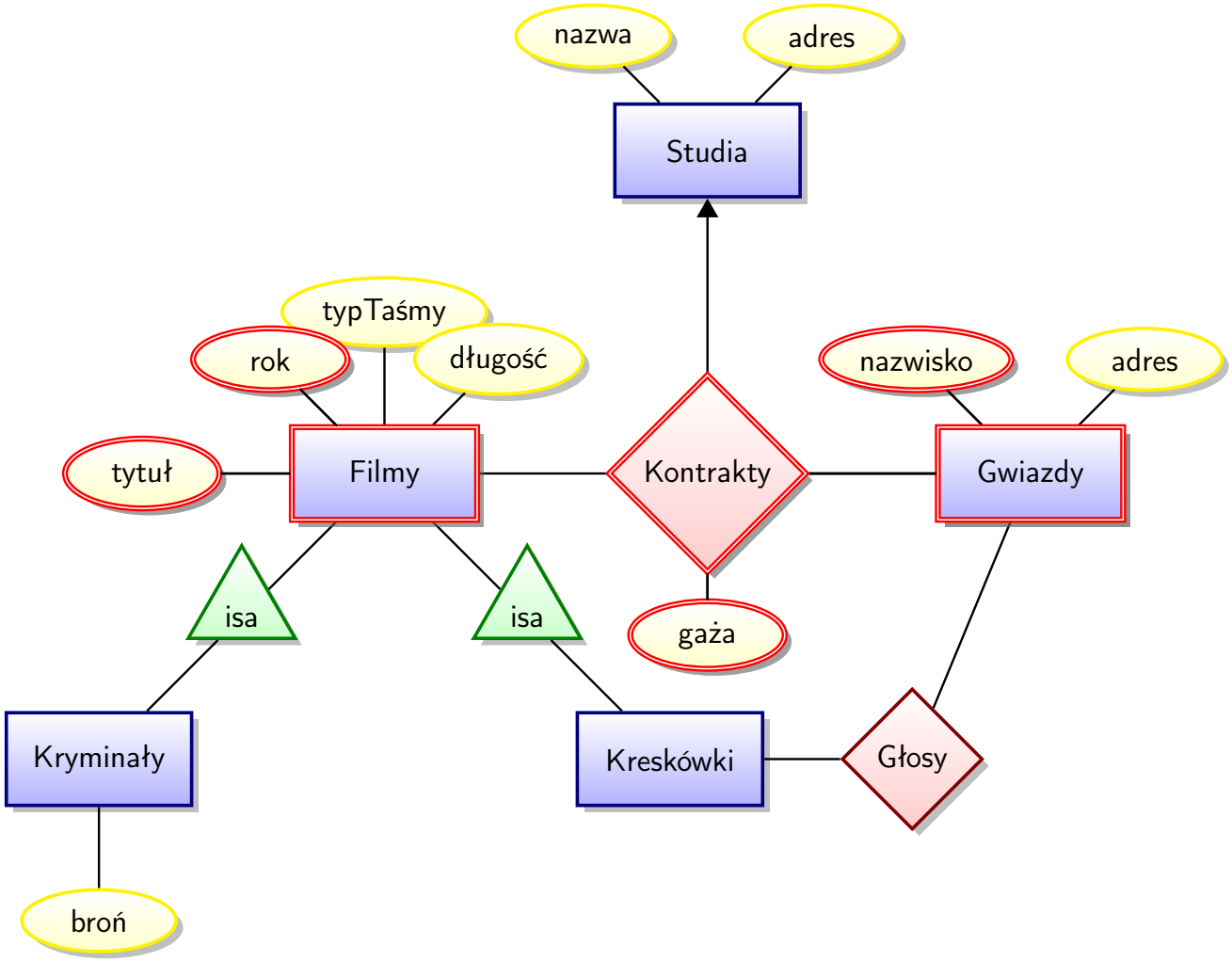
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Ile na tym filmie zarobił James Dean?

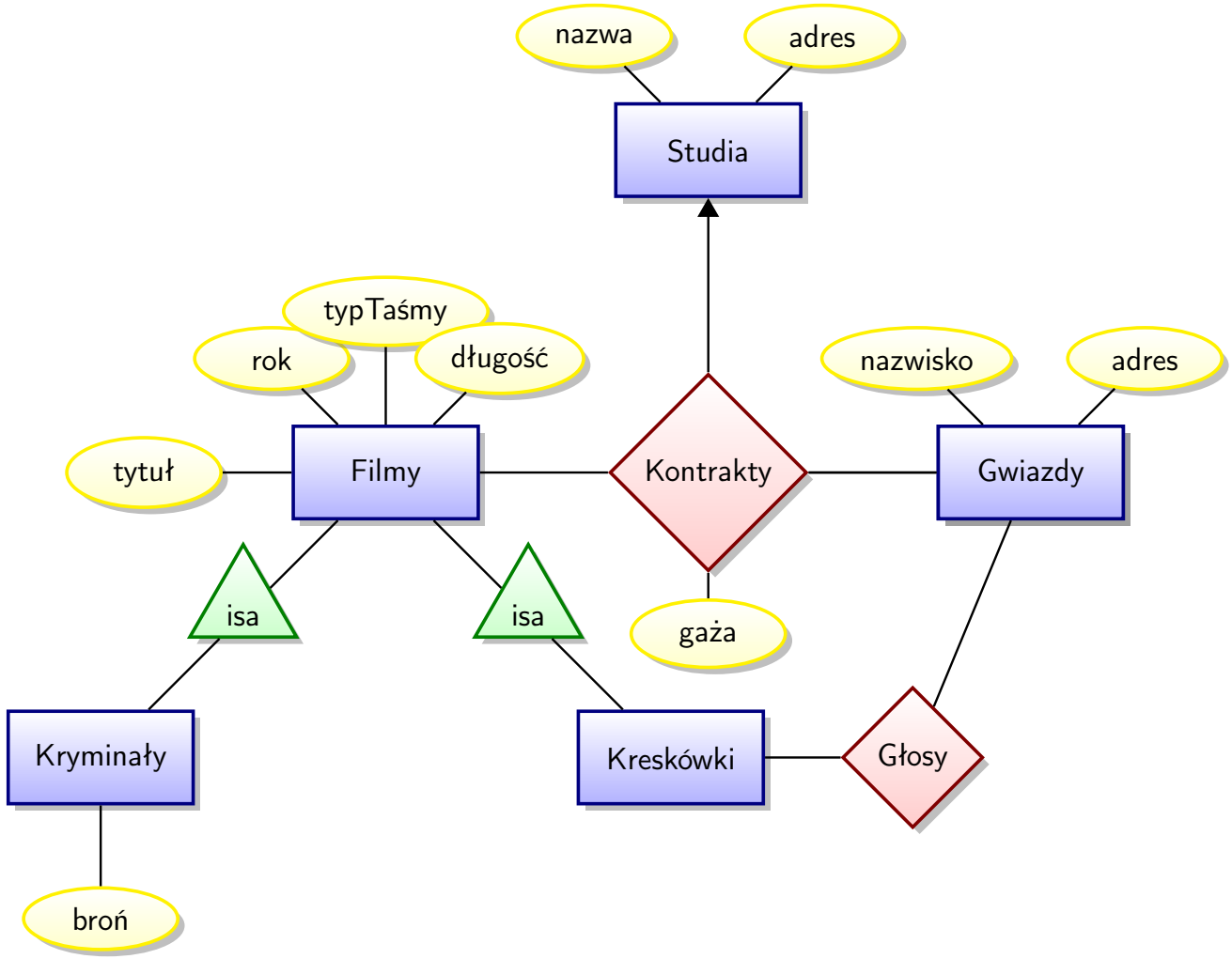
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Ile na tym filmie zarobił James Dean?

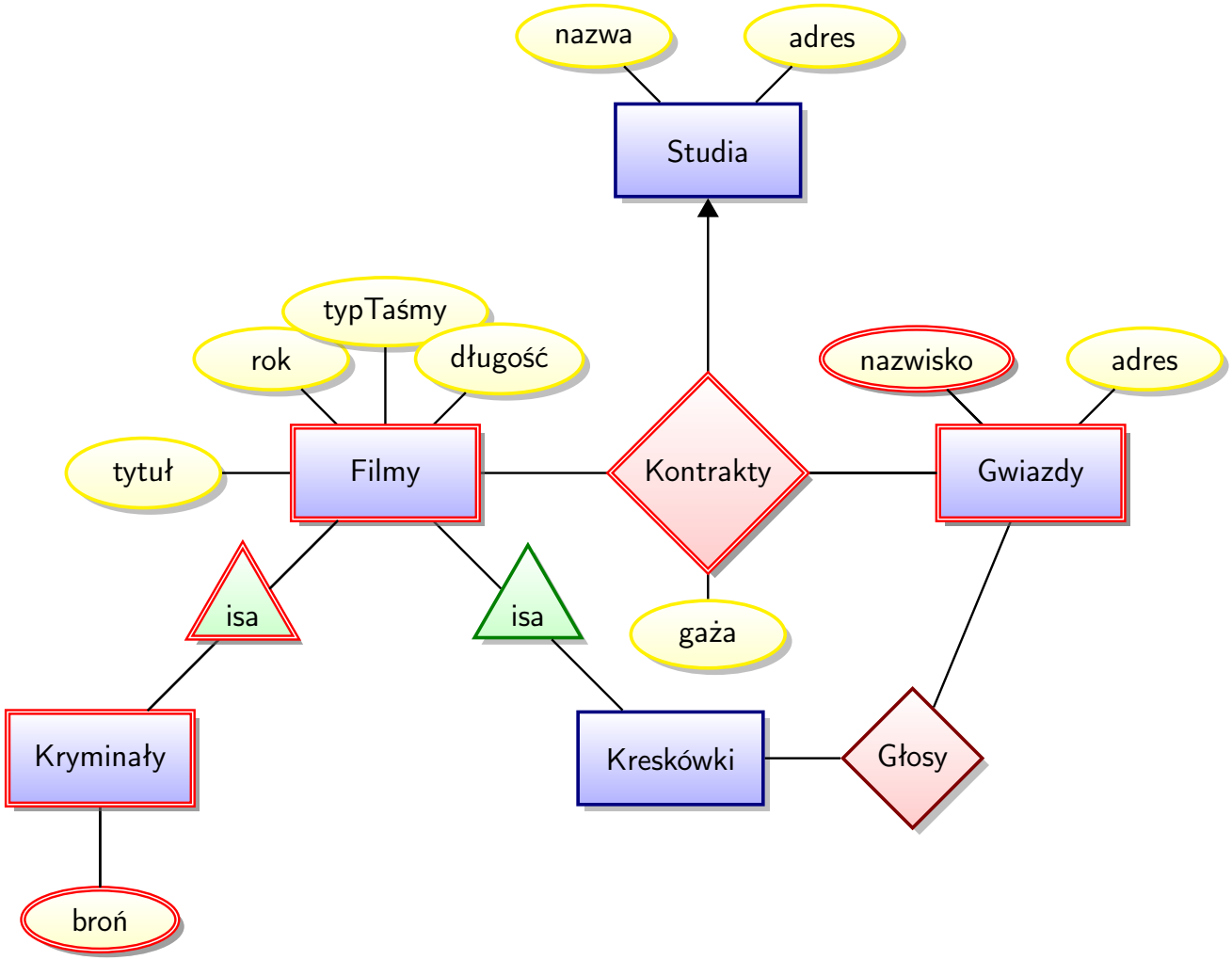
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jaką bronią posługuje się John Seagal?

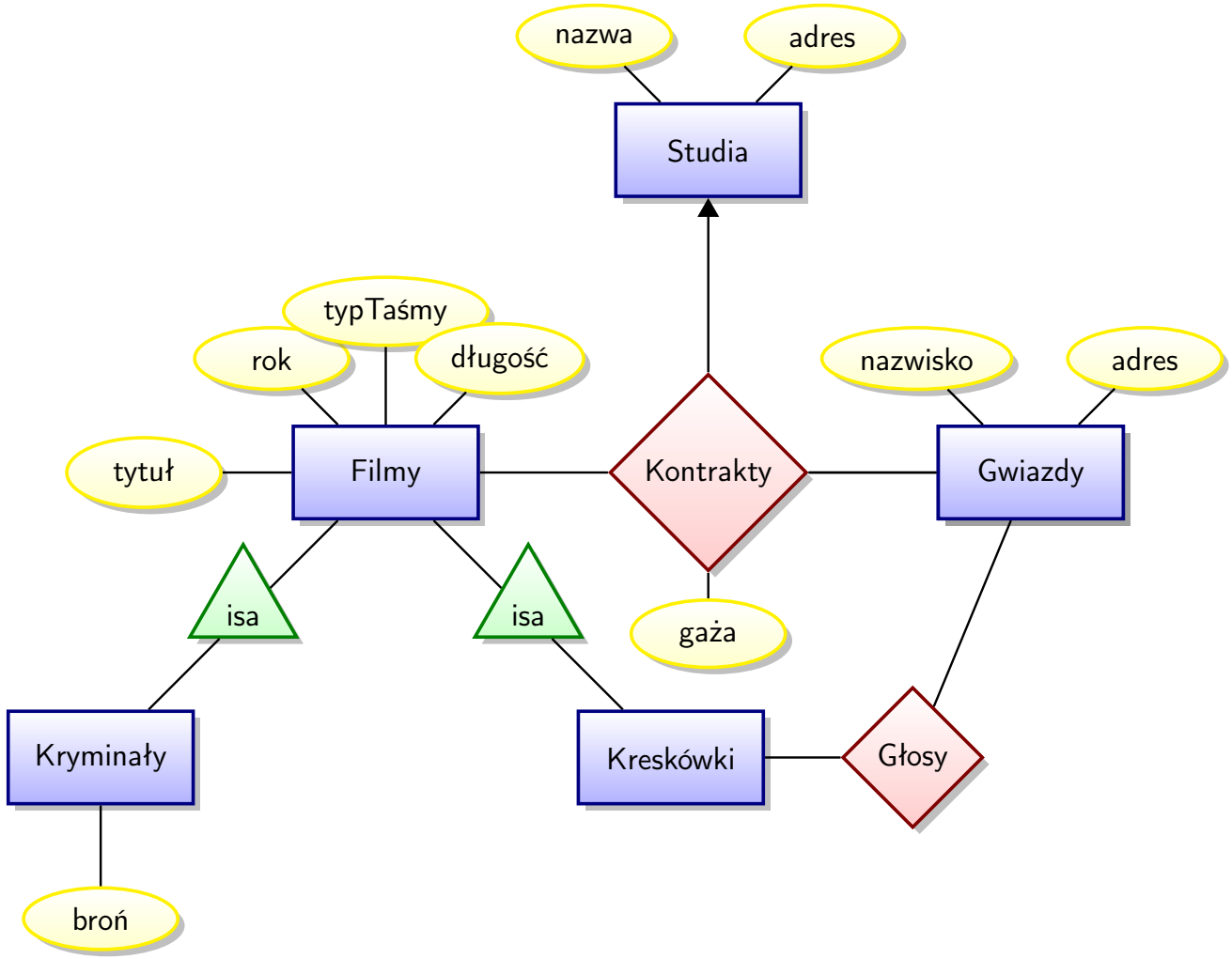
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Jaką bronią posługuje się John Seagal?

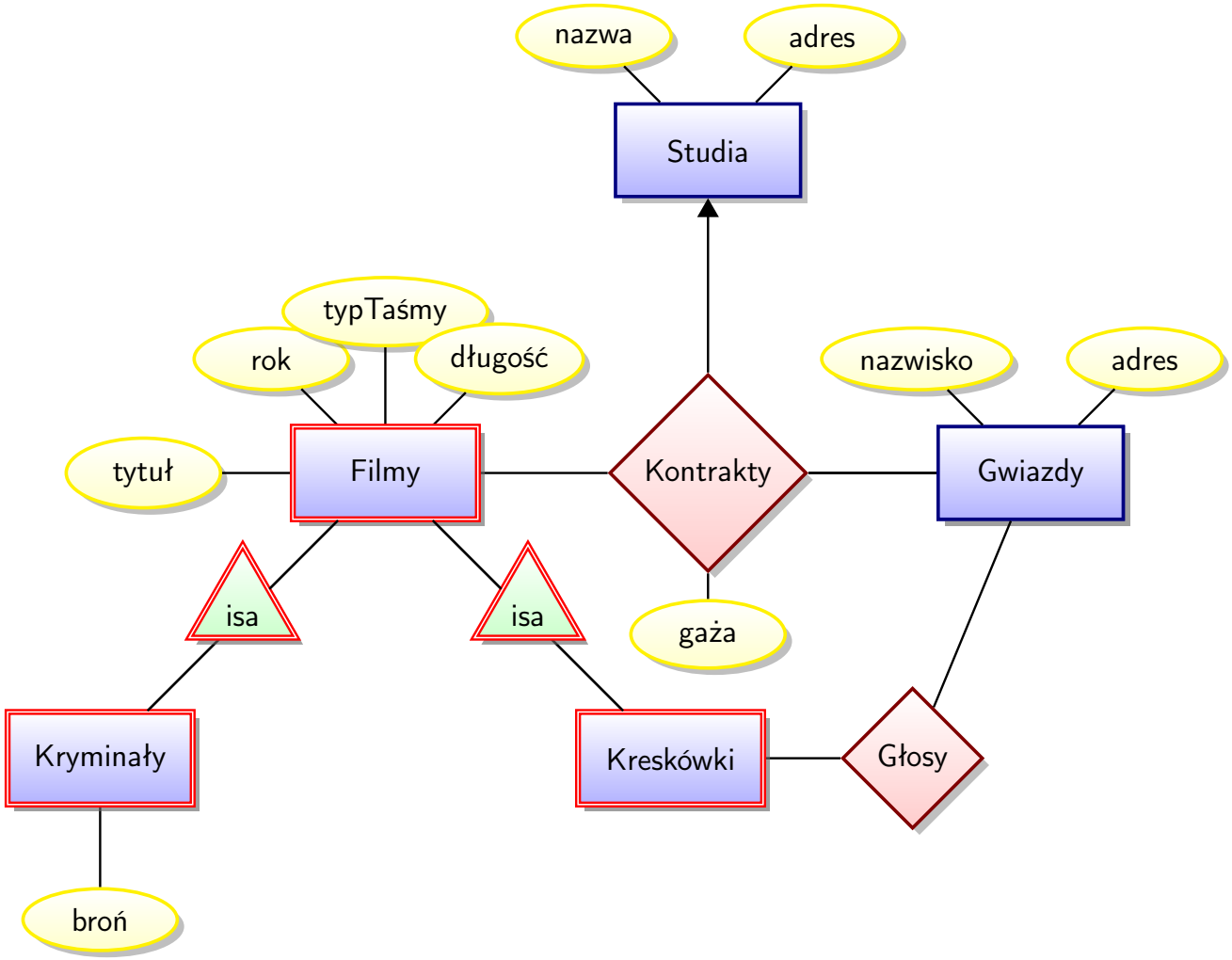
# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Czy istnieją kryminalne kreskówki?

# Do czego służy baza danych?




## Zapytanie

Czy istnieją kryminalne kreskówki?

# Algebra relacji

## Algebra

System składający się z argumentów atomowych i operatorów.

## Przykład – arytmetyka

$((x + 7)/(y - 3)) + x$

# Algebra relacji

## Algebra

System składający się z argumentów atomowych i operatorów.

## Przykład – arytmetyka

$((x + 7)/(y - 3)) + x$

## Algebra relacji – argumenty atomowe

Zmienne oznaczające relacje.

## Algebra relacji – operacje

- Operacje algebry zbiorów: suma, przecięcie, różnica
- Operacje zawężania
- Operacje łączenia krotek
- Operacje przemianowania

# Operacje algebry zbiorów

Relacje $R$ i $S$ mają identyczny schemat.

## Suma

$R \cup S$

## Przecięcie

$R \cap S$

## Różnica

$R \setminus S$

# Operacje algebry zbiorów – przykład

*Filmy*(*tytuł*, *rok*)
*Kryminały*(*tytuł*, *rok*)
*Kreskówki*(*tytuł*, *rok*)

## Kryminalne kreskówki

$Kryminały \cap Kreskówki$

## Zwykłe kryminały

$Kryminały \setminus Kreskówki$

# Operacje zawężania

## Rzutowanie

Usunięcie pewnych atrybutów z relacji:

$$S = \pi_{A_1 A_2 \ldots A_n}(R)$$

$S$ ma schemat $S(A_1, A_2, \ldots, A_n)$.

## Selekcja

Wybór pewnych krotek z relacji:

$$S = \sigma_C(R)$$

Wszystkie krotki w $S$ spełniają $C$. $S$ zawiera się w $R$ ($S \subset R$).
Żadna krotka w $R \setminus S$ nie spełnia $C$.

# Rzutowanie – przykład

*Filmy(tytuł, rok, długość, typFilmu, nazwaStudia, nazwiskoGwiazdy)*

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia | nazwiskoGwiazdy |
|---|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Carrie Fisher |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Mark Hamill |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Harrison Ford |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | kolor | Disney | Emilio Estevez |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Dana Carvey |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Mike Meyers |

$\pi_{tytuł,rok,długość}(Filmy)$

| tytuł | rok | długość |
|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 |

# Rzutowanie – przykład

## *Filmy(tytuł, rok, długość, typFilmu, nazwaStudia, nazwiskoGwiazdy)*

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia | nazwiskoGwiazdy |
|---|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Carrie Fisher |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Mark Hamill |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Harrison Ford |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | kolor | Disney | Emilio Estevez |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Dana Carvey |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Mike Meyers |

## $\pi_{tytuł,rok,długość}(Filmy)$

| tytuł | rok | długość |
|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 |

## $\pi_{typFilmu}(Filmy)$

# Rzutowanie – przykład

*Filmy*(*tytuł*, *rok*, *długość*, *typFilmu*, *nazwaStudia*, *nazwiskoGwiazdy*)

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia | nazwiskoGwiazdy |
|---|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Carrie Fisher |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Mark Hamill |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox | Harrison Ford |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | kolor | Disney | Emilio Estevez |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Dana Carvey |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount | Mike Meyers |

$\pi_{tytuł,rok,długość}(Filmy)$

| tytuł | rok | długość |
|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 |

$\pi_{typFilmu}(Filmy)$

| typFilmu |
|---|
| kolor |

# Selekcja – przykład

*Filmy*(*tytuł*, *rok*, *długość*, *typFilmu*, *nazwaStudia*)

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia |
|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | kolor | Disney |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | kolor | Paramount |

$\sigma_{\textit{długość} \geq 100}(\textit{Filmy})$

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia |
|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | kolor | Disney |

$\sigma_{\textit{długość} \geq 100 \text{ AND } \textit{nazwaStudia}=\text{'Fox'}}(\textit{Filmy})$

| tytuł | rok | długość | typFilmu | nazwaStudia |
|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | kolor | Fox |

# Operacje łączenia krotek – iloczyn kartezjański

## Relacja R

| A | B |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

## Relacja S

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 |

## Iloczyn kartezjański $R \times S$

Wszystkie kombinacje krotek z $R$ i $S$.

| A | R.B | S.B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 2 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | 4 | 7 | 8 |
| 1 | 2 | 9 | 10 | 11 |
| 3 | 4 | 2 | 5 | 6 |
| 3 | 4 | 4 | 7 | 8 |
| 3 | 4 | 9 | 10 | 11 |

# Operacje łączenia krotek – złączenie naturalne

## Relacja R

| A | B |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

## Relacja S

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 |

## Złączenie naturalne $R \bowtie S$

Wybierane są pary krotek, które są równe dla atrybutów występujących w obu relacjach $R$ i $S$. Wspólne atrybuty nie są duplikowane.

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 5 | 6 |
| 3 | 4 | 7 | 8 |

# Operacje łączenia krotek – $\theta$-złączenie

## Relacja U

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | 7 | 8 |

## Relacja V

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 4 |
| 2 | 3 | 5 |
| 7 | 8 | 10 |

## Złączenie naturalne $U \bowtie V$

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 10 |
| 9 | 7 | 8 | 10 |

# Operacje łączenia krotek – $\theta$-złączenie

## Relacja U

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | 7 | 8 |

## Relacja V

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 4 |
| 2 | 3 | 5 |
| 7 | 8 | 10 |

## $\theta$-złączenie $U \bowtie_\theta V$

Wybierane są pary krotek, które spełniają warunek $\theta$.

# Operacje łączenia krotek – $\theta$-złączenie

## Relacja U

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | 7 | 8 |

## Relacja V

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 4 |
| 2 | 3 | 5 |
| 7 | 8 | 10 |

## $\theta$-złączenie $U \bowtie_\theta V$

Wybierane są pary krotek, które spełniają warunek $\theta$.

## $U \bowtie_{A<D} V$

| A | U.B | U.C | V.B | V.C | D |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 |
| 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 10 |
| 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 10 |
| 9 | 7 | 8 | 7 | 8 | 10 |

# Operacje łączenia krotek – $\theta$-złączenie

## Relacja U

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | 7 | 8 |

## Relacja V

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 4 |
| 2 | 3 | 5 |
| 7 | 8 | 10 |

## $\theta$-złączenie $U \bowtie_\theta V$

Wybierane są pary krotek, które spełniają warunek $\theta$.

## $U \bowtie_{A<D \text{ AND } U.B \neq V.B} V$

| A | U.B | U.C | V.B | V.C | D |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 10 |

# Operacja przemianowania

## Przemianowanie $\rho_{S(A_1,A_2,\ldots A_n)}(R)$

W wyniku przemianowania relacja $R$ jest przekształcana do relacji o schemacie $S(A_1, A_2, \ldots A_n)$. Schemat $S$ musi mieć tę samą liczbę atrybutów co $R$.

## Relacja R

| A | B |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

## Relacja S

| B | C | D |
|---|---|---|
| 2 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 |

## $R \times \rho_{S(X,C,D)}(S)$

| A | B | X | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 2 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | 4 | 7 | 8 |
| 1 | 2 | 9 | 10 | 11 |
| 3 | 4 | 2 | 5 | 6 |
| 3 | 4 | 4 | 7 | 8 |

# Kilka uwag

$$R \cap S = R \setminus (R \setminus S)$$

$$R \bowtie_\theta S = \sigma_\theta(R \times S)$$

$$R \bowtie S = \pi_L(\sigma_C(R \times S))$$

gdzie $C$ ma postać:

$$R.A_1 = S.A_1 \text{ AND } R.A_2 = S.A_2 \text{ AND } \ldots \text{ AND } R.A_n = S.A_n$$

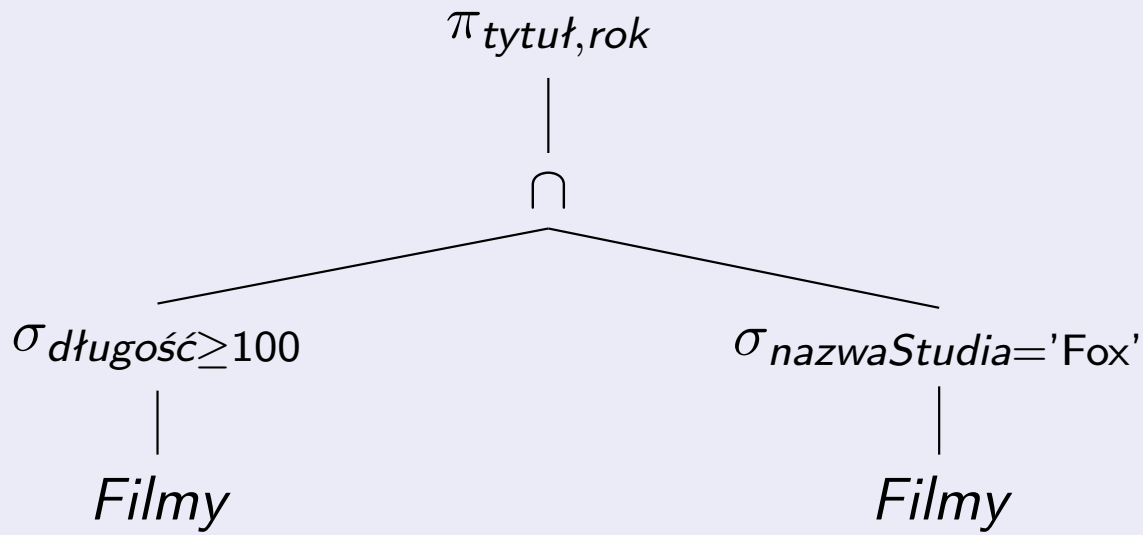
$A_1, A_2, \ldots A_n$ – atrybuty wspólne dla relacji $R$ i $S$
$L$ – atrybuty relacji $R$ i $S$ bez powtórzeń.

Pozostałe operacje: suma, różnica, selekcja, rzutowanie, iloczyn kartezjański i przemianowanie są wzajemnie niezależne. Żadnej z nich nie można wyrazić jako kombinacji pięciu pozostałych.

# Przykład

Jakie są wszystkie tytuły i lata produkcji filmów wyprodukowanych przez wytwórnię Fox, które trwają co najmniej 100 minut.

1. Wybrać te krotki z relacji *Filmy*, *w których* długość$\geq$ 100.
2. Wybrać te krotki z relacji *Filmy*, *w których* nazwaStudia = 'Fox'.
3. Policzyć przecięcie wyników (1) i (2).
4. Zrzutować wynik z (3) na atrybuty *tytuł*, rok.



# Przykład

Jakie są wszystkie tytuły i lata produkcji filmów wyprodukowanych przez wytwórnię Fox, które trwają co najmniej 100 minut.

1. Wybrać te krotki z relacji *Filmy*, *w których* długość$\geq$ 100.
2. Wybrać te krotki z relacji *Filmy*, *w których* nazwaStudia = 'Fox'.
3. Policzyć przecięcie wyników (1) i (2).
4. Zrzutować wynik z (3) na atrybuty *tytuł*, rok.

$$\pi_{tytuł,rok}(\sigma_{długość\geq 100}(Filmy) \cap \sigma_{nazwaStudia='\text{Fox}'}(Filmy))$$

# SQL (*Structured Query Language*)

## Historia

- Opracowany w IBM na początku lat 70 jako SEQUEL (*Structured English Query Language*).
- *1979 – pierwsza komercyjna implementacja Oracle V2*
- *1986 – standard ANSI*

SQL jest językiem deklaratywnym.

# Klauzula SELECT

```
SELECT
    [ALL | DISTINCT | DISTINCTROW ]
      [HIGH_PRIORITY]
      [STRAIGHT_JOIN]
      [SQL_SMALL_RESULT] [SQL_BIG_RESULT] [SQL_BUFFER_RESULT]
      [SQL_CACHE | SQL_NO_CACHE] [SQL_CALC_FOUND_ROWS]
    select_expr [, select_expr ...]
    [FROM table_references
    [WHERE where_condition]
    [GROUP BY col_name | expr | position
      [ASC | DESC], ... [WITH ROLLUP]]
    [HAVING where_condition]
    [ORDER BY col_name | expr | position
      [ASC | DESC], ...]
    [LIMIT [offset,] row_count | row_count OFFSET offset]
    [PROCEDURE procedure_name(argument_list)]
    [INTO OUTFILE 'file_name' export_options
      | INTO DUMPFILE 'file_name'
      | INTO var_name [, var_name]]
    [FOR UPDATE | LOCK IN SHARE MODE]]
```

# Proste zapytania

## Przykład

Wszystkie filmy wyprodukowane w studio Disneya w roku 1990.

```
SELECT *
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990;
```

- Klauzula `FROM` określa relacje, których dotyczy zapytanie.
- Klauzula `WHERE` zawiera warunek.
- Klauzula `SELECT` określa nazwy atrybutów.

# Rzutowanie

## Przykład

Tytuły i długość filmów wyprodukowanych w studio Disneya w roku 1990.

```
SELECT tytuł, długość
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990;
```

| tytuł | długość |
|---|---|
| Pretty Woman | 119 |
| ... | ... |

# Rzutowanie c.d.

Można dodatkowo przemianować atrybuty.

```
SELECT tytuł AS nazwa, długość AS czasTrwania
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990;
```

| nazwa | czasTrwania |
|---|---|
| Pretty Woman | 119 |
| ... | ... |

# Rzutowanie c.d.

Wykonać operacje arytmetyczne (lub inne).

```
SELECT tytuł AS nazwa, długość * 0.016667 AS czasWGodzinach
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990;
```

| nazwa | czasWGodzinach |
|---|---|
| Pretty Woman | 1.98334 |
| ... | ... |

# Rzutowanie c.d.

Można też dodać stałe.

```
SELECT tytuł AS nazwa, długość * 0.016667 AS czasWGodzinach,
       'godz' AS wGodzinach
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990;
```

| nazwa | czasWGodzinach | wGodzinach |
|---|---|---|
| Pretty Woman | 1.98334 | godz |
| ... | ... | ... |

# Selekcja

## SQL, a algebra relacji

`SELECT L FROM R WHERE C` jest równoważne z $\pi_L(\sigma_C(R))$.

## Składnia wyrażeń warunkowych

- Atrybuty relacji i stałe
- Operatory porównania: =, <>, <, >, <=, >=
- Operatory logiczne: AND, OR, NOT
- Operator wzorca: LIKE
- Data i czas: DATE, TIMESTAMP

## Przykłady

```
nazwaStudia='Disney'
(rok-1930) * (rok-1930)<100
(rok>1970 AND NOT czyKolor) AND nazwaStudia='MGM'
```

# Porównywanie tekstów

## Porządek leksykograficzny (słownikowy)

=, <>, <, >, <=, >=

## Operator LIKE

```
s LIKE p
```

s – tekst

p – wzorzec

(we wzorcu % oznacza dowolny ciąg znaków, _ oznacza dowolny pojedynczy znak)

## Przykłady

```
nazwisko LIKE 'W%'
tytuł LIKE 'Gwiezdne _____'
```

# NULL i UNKNOWN

## NULL

- Wartość nieznana
- Wartość nieodpowiednia
- Wartość zastrzeżona

NULL propaguje się w wyrażeniach arytmetycznych. W logicznych zamienia się w UNKNOWN.

## Sprawdzenia

```
s IS NULL
t IS NOT NULL
```

# Porządkowanie wyniku

```
ORDER BY lista_atrybutów
```

Sortuje wynik rosnąco. Można użyć słowa kluczowego `DESC`, aby odwrócić porządek sortowania.

## Przykład

```
SELECT *
FROM Filmy
WHERE nazwaStudia = 'Disney' AND rok = 1990
ORDER BY długość DESC, tytuł;
```

# Przykładowa baza danych

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producent#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)
Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)
Studia(nazwa, adres, prezC#)

# Iloczyn kartezjański i złączenie

Odnaleźć nazwisko producenta "Gwiezdnych Wojen".

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producent#)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
SELECT nazwisko
FROM Filmy, Producenci
WHERE tytuł='Gwiezdne Wojny' AND producent#=cert#;
```

# Iloczyn kartezjański i złączenie c.d.

Odnaleźć gwiazdy mieszkające z producentami.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Obie relacje mają tak samo nazywające się atrybuty.

```
SELECT Gwiazdy.nazwisko, Producenci.nazwisko
FROM Gwiazdy, Producenci
WHERE Gwiazdy.adres = Producenci.adres;
```

| Gwiazdy.nazwisko | Producenci.nazwisko |
|---|---|
| Jane Fonda | TedTurner |
| ... | ... |

# Iloczyn kartezjański i złączenie c.d.

Odnaleźć gwiazdy mieszkające wspólnie.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)

```
SELECT Gwiazda1.nazwisko, Gwiazda2.nazwisko
FROM Gwiazdy Gwiazda1, Gwiazdy Gwiazda2
WHERE Gwiazda1.adres = Gwiazda2.adres
    AND Gwiazda1.nazwisko < Gwiazda2.nazwisko;
```

| Gwiazda1.nazwisko | Gwiazda2.nazwisko |
|---|---|
| Alec Baldwin | Kim Basinger |
| ... | ... |

# Operacje algebry zbiorów

- `UNION` – suma zbiorów ($\cup$)
- `INTERSECT` – przecięcie ($\cap$)
- `EXCEPT` – różnica ($\setminus$)

# Operacje algebry zbiorów c.d.

Zidentyfikować gwiazdy płci żeńskiej, które są równocześnie producentami o majątku przekraczającym $10,000,000.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
(SELECT nazwisko, adres
FROM Gwiazdy
WHERE płeć='F')
    INTERSECT
(SELECT nazwisko, adres
FROM Producenci
WHERE wartość>10000000)
```

# Operacje algebry zbiorów c.d.

Zidentyfikować gwiazdy, które nie są równocześnie producentami.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
(SELECT nazwisko, adres FROM Gwiazdy)
    EXCEPT
(SELECT nazwisko, adres FROM Producenci)
```

# Operacje algebry zbiorów c.d.

Znaleźć tytuły i lata produkcji wszystkich filmów zapisanych w bazie.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producent#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)

```
(SELECT tytuł, rok FROM Filmy)
    UNION
(SELECT tytułFilmu AS tytuł, rokFilmu as rok FROM GraW)
```

# Podzapytania

- Podzapytania mogą zwracać pojedynczą stałą, którą można wykorzystać w klauzuli `WHERE`.
- Podzapytania mogą zwracać relacje, z których można korzystać w klauzuli `WHERE`.
- W klauzuli `FROM` mogą występować relacje z podzapytań.

# Wynik podzapytania jest skalarem

Odnaleźć nazwisko producenta "Gwiezdnych Wojen".

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
SELECT nazwisko
FROM Producenci
WHERE cert#=
    (SELECT producentC#
     FROM Filmy
     WHERE tytuł='Gwiezdne Wojny'
    );
```

Jeżeli podzapytanie nie zwróci żadne wartości lub zwróci więcej niż jedną, nastąpi błąd wykonania.

# Wynik podzapytania jest relacją

## Warunki obejmujące relacje

- `EXISTS` $R$ – relacja $R$ nie jest pusta
- $s$ `IN` $R$ – $s$ jest równe pewnej wartości występującej w $R$
- $s$ > `ALL` $R$ – $s$ jest większe od wszystkich wartości w $R$
- $s$ > `ANY` $R$ – $s$ jest większe od pewnej wartości w $R$

# Wynik podzapytania jest relacją c.d.

Producenci, którzy wystąpili w "Gwiezdnych wojnach".

GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
SELECT nazwisko
FROM Producenci
WHERE nazwisko IN
    (SELECT nazwiskoGwiazdy
     FROM GraW
     WHERE tytuł='Gwiezdne Wojny'
    );
```

# Wynik podzapytania jest relacją c.d.

Producenci filmów z udziałem Harrisona Forda.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
SELECT nazwisko
FROM Producenci
WHERE cert# IN
    (SELECT producentC#
     FROM Filmy
     WHERE (tytuł, rok) IN
         (SELECT (tytułFilmu, rokFilmu)
          FROM GraW
          WHERE nazwiskoGwiazdy='Harrison Ford'
         )
    );
```

# Podzapytania skorelowane

Znaleźć tytuły, które oznaczają więcej niż jeden film.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)

```
SELECT tytuł
FROM Filmy Stary
WHERE rok < ANY
    (SELECT rok
     FROM Filmy
     WHERE tytuł=Stary.tytuł
    );
```

To podzapytanie jest obliczane dla każdej krotki relacji *Filmy*.

# Podzapytania w klauzulach FROM

Producenci filmów z udziałem Harrisona Forda.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

```
SELECT nazwisko
FROM Producenci, (SELECT producentC#
                  FROM Filmy, GraW
                  WHERE tytuł = tytułFilmu AND
                      rok = rokFilmu AND
                      nazwiskoGwiazdy='Harrison Ford'
                 ) Prod
WHERE cert# = Prod.producentC#;
```

# Złączenia

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)

## Iloczyn kartezjański

```
Filmy CROSS JOIN GraW
```

| tytuł | rok | długość | czyKolor | nazwaStudia | producentC# | tytułFilmu | rokFilmu | nazwiskoGwiazdy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Carrie Fisher |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Mark Hamill |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Harrison Ford |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Potężne Kaczory | 1991 | Emilio Estevez |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Świat Wayne'a | 1992 | Dana Carvey |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Świat Wayne'a | 1992 | Mike Meyers |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Carrie Fisher |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Mark Hamill |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Harrison Ford |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Potężne Kaczory | 1991 | Emilio Estevez |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Świat Wayne'a | 1992 | Dana Carvey |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Świat Wayne'a | 1992 | Mike Meyers |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Carrie Fisher |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Mark Hamill |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Harrison Ford |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Potężne Kaczory | 1991 | Emilio Estevez |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Świat Wayne'a | 1992 | Dana Carvey |

# Złączenia c.d.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
GraW(tytułFilmu, rokFilmu, nazwiskoGwiazdy)

## $\theta$-złączenie

```
Filmy JOIN GraW ON tytuł=tytułFilmu AND rok=rokFilmu
```

| tytuł | rok | długość | czyKolor | nazwaStudia | producentC# | tytułFilmu | rokFilmu | nazwiskoGwiazdy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Carrie Fisher |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Mark Hamill |
| Gwiezdne Wojny | 1977 | 124 | true | Fox | 12345 | Gwiezdne Wojny | 1977 | Harrison Ford |
| Potężne Kaczory | 1991 | 104 | true | Disney | 23456 | Potężne Kaczory | 1991 | Emilio Estevez |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Świat Wayne'a | 1992 | Dana Carvey |
| Świat Wayne'a | 1992 | 95 | true | Paramount | 34567 | Świat Wayne'a | 1992 | Mike Meyers |

# Złączenia c.d.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Znaleźć gwiazdy, które są producentami.

## Złączenie naturalne

```
Gwiazdy NATURAL JOIN Producenci
```

| nazwisko | adres | płeć | dataUrodzenia | cert# | wartość |
|---|---|---|---|---|---|
| Mary Tyler Moore | Maple St. | F | 9/9/99 | 12345 | $100... |

# Złączenia c.d.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Wybrać wszystkie osoby wraz z informacją o ich pracy

## Złączenie zewnętrzne

```
Gwiazdy NATURAL OUTER JOIN Producenci
```

| nazwisko | adres | płeć | dataUrodzenia | cert# | wartość |
|---|---|---|---|---|---|
| Mary Tyler Moore | Maple St. | F | 9/9/99 | 12345 | $100... |
| Tom Hanks | Cherry Ln. | M | 8/8/88 | NULL | NULL |
| George Lucas | Oak Rd. | NULL | NULL | 23456 | $200... |

W miejscu brakujących informacji pojawia się NULL.

# Złączenia c.d.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Wybrać wszystkie gwiazdy wraz z informacją o ich pracy

## Złączenie zewnętrzne lewe

```
Gwiazdy NATURAL LEFT OUTER JOIN Producenci
```

| nazwisko | adres | płeć | dataUrodzenia | cert# | wartość |
|---|---|---|---|---|---|
| Mary Tyler Moore | Maple St. | F | 9/9/99 | 12345 | $100... |
| Tom Hanks | Cherry Ln. | M | 8/8/88 | NULL | NULL |

# Złączenia c.d.

Gwiazdy(nazwisko, adres, płeć, dataUrodzenia)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Wybrać wszystkich producentów wraz z informacją o ich pracy

## Złączenie zewnętrzne prawe

```
Gwiazdy NATURAL RIGHT OUTER JOIN Producenci
```

| nazwisko | adres | płeć | dataUrodzenia | cert# | wartość |
|---|---|---|---|---|---|
| Mary Tyler Moore | Maple St. | F | 9/9/99 | 12345 | $100... |
| George Lucas | Oak Rd. | NULL | NULL | 23456 | $200... |

# Złączenia c.d.

$\theta$-złączenia też mogą być zewnętrzne.

```
Filmy FULL OUTER JOIN GraW ON tytuł=tytułFilmu
        AND rok=rokFilmu;
Filmy LEFT OUTER JOIN GraW ON tytuł=tytułFilmu
        AND rok=rokFilmu;
Filmy RIGHT OUTER JOIN GraW ON tytuł=tytułFilmu
        AND rok=rokFilmu;
```

# Agregowanie

## Operatory agregowania

- `SUM` – suma
- `AVG` – średnia
- `MIN` – minimum
- `MAX` – maksimum
- `COUNT` – liczba

## Uwagi

`COUNT(*)` – liczba wszystkich krotek
Można użyć słowa kluczowego `DISTINCT` (np. `COUNT(DISTINCT x)`)

## Przykłady

```
SELECT AVG(wartość) FROM Producenci;
SELECT COUNT(*) FROM GraW;
SELECT COUNT(nazwiskoGwiazdy) FROM GraW;
SELECT COUNT(DISTINCT nazwiskoGwiazdy) FROM GraW;
```

# Grupowanie c.d.

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producent#)

Obliczyć łączną długość filmów wyprodukowanych w poszczególnych studiach.

```
SELECT nazwaStudia, SUM(długość)
FROM Filmy
GROUP BY nazwaStudia;
```

# Grupowanie

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Obliczyć łączną długość filmów wyprodukowanych przez poszczególnych producentów.

```
SELECT nazwisko, SUM(długość)
FROM Filmy, Producenci
WHERE producentC# = cert#
GROUP BY nazwisko;
```

# Klauzula HAVING

Filmy(tytuł, rok, długość, czyKolor, nazwaStudia, producentC#)
Producenci(nazwisko, adres, cert#, wartość)

Obliczyć łączną długość filmów wyprodukowanych przez producentów, którzy nakręcili no najmniej jeden film przed 1930 rokiem.

```
SELECT nazwisko, SUM(długość)
FROM Filmy, Producenci
WHERE producentC# = cert#
GROUP BY nazwisko
HAVING MIN(rok)<1930;
```

# Strona wykładu

http://bioexploratorium.pl/wiki/
Bazy_Danych_i_Usługi_Sieciowe_-_2013z