

Dotazové jazyky

- Predikátový (relačný) kalkul
- Relačná algebra
- Datalóg (prolog like)
- SQL

Syntax datalógu

$\langle \text{hlava} \rangle \leftarrow \langle \text{telo} \rangle;$

$\langle \text{hlava} \rangle \leftarrow \langle \text{intenzionálny atóm} \rangle$

$\langle \text{telo} \rangle \leftarrow \langle \text{atóm} \rangle | \langle \text{subtotál} \rangle | \langle \text{telo} \rangle, \langle \text{literál} \rangle$

$\langle \text{literál} \rangle \leftarrow \langle \text{atóm} \rangle | \neg \langle \text{atóm} \rangle | \langle \text{subtotal} \rangle$

Podmienky:

- všetky premenné musia byť bezpečné
- všetky premenné hlavy sa musia vyskytovať v tele.

Syntax SQL

SELECT <atribúty, aritmetika, agregračné funkcie>
FROM <tabuľky>
WHERE <podmienky na riadky tabuliek>
GROUP BY <atribúty, aritmetika>
HAVING <podmienky na zoskupenia>
{UNION
SELECT ... }*
ORDER BY

Podmienky: Ak obsahuje agregračnú funkciu každý atribút za select musí byť za group by **alebo (xor)** v agregračnej funkcii.

Príklady: (pôvodné Coddové)

Schéma (databázy), na ktorú sa vzťahujú príklady:

Dodávateľ

Meno	Adresa	Mesto	<u>ČísDod</u>

Súčiastka

<u>ČísSúč</u>	Cena	Farba

Dodáva

<u>ČísDod_</u>	<u>ČísSúč</u>

1. Zoznam dodávateľov (meno, mesto), z ktorých každý niečo dodáva.

kalkul	$\{ \langle \text{meno}, \text{mesto} \rangle : (\exists \text{adresa}, \check{\text{C}}\text{ísDod}, \check{\text{C}}\text{ísSúč})$ $\text{Dodávateľ}(\text{meno}, \text{adresa}, \text{mesto}, \check{\text{C}}\text{ísDod})$ $\wedge \text{Dodáva}(\check{\text{C}}\text{ísDod}, \check{\text{C}}\text{ísSúč}) \}$
algebra	$\Pi_{\text{meno}, \text{mesto}} (\text{Dodávateľ} \bowtie \text{Dodáva})$
Datalóg	$\text{NiečoDodáva}(\text{meno}, \text{mesto}) \leftarrow$ $\text{Dodávateľ}(\text{meno}, x_1, \text{mesto}, \check{\text{C}}\text{ísDod}), \text{Dodáva}(\check{\text{C}}\text{ísDod}, x_2)$
SQL	Select distinct meno, mesto from Dodávateľ, Dodáva where Dodávateľ.ČísDod = Dodáva.ČísDod

2. Zoznam dodávateľov (meno, mesto), ktorí nič nedodávajú.

kalkul

$$\{ \langle \text{meno}, \text{mesto} \rangle : (\exists \text{ adresa}, \check{\text{C}}\text{ísDod}) (\forall \check{\text{C}}\text{ísSúč}) \\ \text{Dodávateľ}(\text{meno}, \text{adresa}, \text{mesto}, \check{\text{C}}\text{ísDod}) \\ \wedge \neg \text{Dodáva}(\check{\text{C}}\text{ísDod}, \check{\text{C}}\text{ísSúč}) \}$$

algebra

$$\Pi_{\text{meno}, \text{mesto}} (\text{Dodávateľ} \bowtie (\Pi_{\check{\text{C}}\text{ísDod}} \text{Dodávateľ} - \Pi_{\check{\text{C}}\text{ísDod}} \text{Dodáva}))$$

Datalóg

NičNedodáva(meno, mesto) ←
Dodavateľ(meno, x_1 , mesto, x_2 , ČísDod),
 \neg Dodáva(ČísDod, x_3);

SQL

```
Select distinct meno, mesto  
from Dodávateľ  
where ČísDod not in ( select ČísDod from Dodáva )
```

3. Číslo dodávateľov, ktorí dodávajú súčiastku číslo "15".

kalkul

$\{\check{C}isDod: Dodava(\check{C}isDod, "15")\}$

algebra

$\Pi_{\check{C}isDod} \sigma_{\check{C}isSúč="15"} Dodava$

Datalóg

Odpoved'($\check{C}isDod$) \leftarrow Dodava($\check{C}isDod$, "15")

SQL

Select $\check{C}isDod$
from Dodava
where $\check{C}isSúč = "15"$

4. Čísla dodávateľov, ktorí dodávajú niečo, čo nie je súčiastka číslo "15".

kalkul

$$\{\check{C}ísDod: (\exists x) \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x) \wedge (x \neq \text{"15"})\}$$

algebra

$$\Pi_{\check{C}ísDod} \sigma_{\check{C}ísSúč \neq \text{"15"}} \text{Dodáva}$$

Datalóg

$$\text{NiečoNie15}(\check{C}ísDod) \leftarrow \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x), (x \neq \text{"15"})$$

SQL

```
Select distinct ČísDod  
from Dodáva  
where ČísSúč ≠ "15"
```


5. Číslo dodávateľov, ktorí nedodávajú súčiastku číslo "15".

kalkul

$$\{\check{C}isDod: (\exists \text{ meno, adresa, mesto}) \\ \text{Dodavatel}(\text{meno, adresa, mesto, } \check{C}isDod) \wedge \\ ((\forall \check{C}isSuc) \text{Dodava}(\check{C}isDod, \check{C}isSuc) \Rightarrow \check{C}isSuc \neq \text{"15"})\}$$

algebra

$$\Pi_{\check{C}isDod} \text{Dodavatel} - \Pi_{\check{C}isDod} \sigma_{\check{C}isSuc = \text{"15"}} \text{Dodava}$$

Datalóg

$$\text{Nie15}(\check{C}isDod) \leftarrow \text{Dodavatel}(x_1, x_2, x_3, \check{C}isDod), \\ \neg \text{Dodava}(\check{C}isDod, \text{"15"})$$

SQL

```
Select ČísDod
from Dodavatel'
where ČísDod not in ( select ČísDod
                        from Dodava
                        where ČísSúč = "15" )
```

6. Čísla dodávateľov, ktorí dodávajú aj niečo okrem súčiastky číslo "15".

kalkul

$$\{ \check{C}ísDod: (\exists x)(\text{Dodáva}(\check{C}ísDod, "15") \wedge \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x) \wedge (x \neq "15")) \}$$

algebra

$$\Pi_{\check{C}ísDod} \sigma_{\check{C}ísSúč = "15"} \text{Dodáva} \cap \Pi_{\check{C}ísDod} \sigma_{\check{C}ísSúč \neq "15"} \text{Dodáva}$$

Datalóg

$$\text{AjNie15}(\check{C}ísDod) \leftarrow \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, "15"), \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x), (x \neq "15")$$

SQL

```
select distinct ČísDod
from Dodáva X, Dodáva Y
where X.ČísDod = Y.ČísDod and
      X.ČísSúč = "15" and Y.ČísSúč  $\neq$  "15"
```

7. Čísla dodávateľov, ktorí dodávajú iba súčiastku číslo "15".

kalkul

$$\{\check{C}ísDod: \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, "15") \wedge ((\forall x) \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x) \Rightarrow (x = "15"))\}$$

algebra

$$\Pi_{\check{C}ísDod} \sigma_{\check{C}ísSúč = "15"} \text{Dodáva} - \Pi_{\check{C}ísDod} \sigma_{\check{C}ísSúč \neq "15"} \text{Dodáva}$$

Datalóg

$$\text{Iba15}(\check{C}ísDod) \leftarrow \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, "15"), \wedge \neg \text{Dodáva}(\check{C}ísDod, x), x \neq "15"$$

SQL

```
Select D.ČísDod
from Dodáva D
where D.ČísSúč = "15" and
not exists (select E.ČísSúč from Dodáva E
where E.ČísDod = D.ČísDod and
E.ČísSúč  $\neq$  "15" )
```

8. Číslo dodávateľov, ktorí dodávajú niečo, ale nedodávajú súčiastku číslo "15".

kalkul

$\{\check{C}isDod: (\forall x) Dodava(\check{C}isDod, x) \wedge (x \neq "15")\}$

algebra

$\Pi_{\check{C}isDod} Dodava - \Pi_{\check{C}isDod} \sigma_{\check{C}isSuc = "15"} Dodava$

Datalóg

NiečoNie15($\check{C}isDod$) \leftarrow Dodava($\check{C}isDod, x$), ($x \neq "15"$)

SQL

Select distinct $\check{C}isDod$ **from** Dodava
where $\check{C}isDod$ **not in**
(**select** $\check{C}isDod$ **from** Dodava **where** $\check{C}isSuc = "15"$)

9. Číslo dodávateľov, ktorí dodávajú aspoň súčiastky číslo "12", "13", "15".

kalkul

$$\{ \text{ČísDod: Dodáva}(\text{ČísDod}, "12") \wedge \text{Dodáva}(\text{ČísDod}, "13") \wedge \text{Dodáva}(\text{ČísDod}, "15") \}$$

algebra

$$\begin{aligned} & \Pi_{\text{ČísDod}} \sigma_{\text{ČísSúč}="12"} \text{Dodáva} \cap \Pi_{\text{ČísDod}} \sigma_{\text{ČísSúč}="13"} \text{Dodáva} \\ & \cap \Pi_{\text{ČísDod}} \sigma_{\text{ČísSúč}="15"} \text{Dodáva} \end{aligned}$$

Datalóg

Trojití(ČísDod) \leftarrow Dodáva(ČísDod, "12"),
Dodáva(ČísDod, "13"), Dodáva(ČísDod, "15")

SQL

```
Select ČísDod from Dodáva D  
where ("12", "13", "15") in (select ČísSúč from Dodáva E  
where D.ČísDod = E.ČísDod)
```

10. Číslo dodávateľov, ktorí dodávajú všetky dodávané súčiastky.

Kalkul algebra

$$\{\text{ČísDod}: (\exists x_1, x_2, x_3) \text{Dodávateľ}(\text{ČísDod}, x_1, x_2, x_3) \wedge (\forall xy) \text{Dodáva}(y, x) \Rightarrow \text{Dodáva}(\text{ČísDod}, x)\}$$

$\text{Dodáva}(\text{ČísDod}, \text{ČísSúč}) : \prod_{\text{ČísSúč}} \text{Dodáva}$ alebo bez delenia
 $\prod_{\text{ČísDod}} \text{Dodávateľ} - \prod_{\text{ČísDod}} ((\prod_{\text{ČísDod}} \text{Dodáva} \times \prod_{\text{ČísSúč}} \text{Dodáva}) - \text{Dodáva})$

Datalóg

$\text{NieAllD}(\text{ČísDod}) \leftarrow \text{Dodáva}(\text{ČísDod}, x),$
 $\neg \text{Dodáva}(\text{ČísDod}, \text{ČísSúč}),$
 $\text{Dodáva}(\text{InýDod}, \text{ČísSúč})$

$\text{VšetkyD}(\text{ČísDod}) \leftarrow \text{Dodávateľ}(\text{ČísDod}, _, _, _), \neg \text{NieAllD}(\text{ČísDod})$

SQL

Select D.ČísDod **from** Dodávateľ D
where does not exist (**select** E.ČísDod **from** Dodáva E
where E.ČísSúč **not in** (**select** F.ČísSúč **from** Dodáva F
where F.ČísDod = D.ČísDod))

11. Zoznam miest odkiaľ prichádza aspoň jedna "červená" súčiastka.

kalkul

$$\{\text{mesto: } (\exists \text{ meno, adresa, ČísDod, ČísSúč, cena}) \\ \text{Dodávateľ}(\text{meno, adresa, mesto, ČísDod}) \wedge \\ \text{Dodáva}(\text{ČísDod, ČísSúč}) \wedge \\ \text{Súčiastka}(\text{ČísSúč, cena, "červená"})\}$$

algebra

$$\Pi_{\text{mesto}} (\text{Dodávateľ} \bowtie \text{Dodáva} \bowtie (\sigma_{\text{farba}=\text{"červená"}} \text{Súčiastka}))$$
$$\begin{aligned} \text{ČervenéMestá}(\text{mesto}) \leftarrow & \text{Dodávateľ}(\text{meno, adresa, mesto, ČísDod}) \\ & \wedge \text{Dodáva}(\text{ČísDod, ČísSúč}) \\ & \wedge \text{Súčiastka}(\text{ČísSúč, cena, "červená"}) \end{aligned}$$

Datalóg

SQL

```
Select mesto
from Dodávatelia, Dodáva, Súčiastka
where farba = "červená"
```

12. Priemernú cenu súčiastky

kalkul {priemer: (\bigoplus ČísSúč, farba priemer=avg(cena))
Súčiastka(ČísSúč, cena, farba)}

algebra $\Gamma_{\text{priemer} \leftarrow \text{avg}(\text{cena})}$ Súčiastka

Datalóg AVG(priemer) \leftarrow Subtotal(Súčiastka, priemer=avg(cena))

SQL
Select avg(cena)
from Súčiastka

13. Súčet cien dodávaných súčiastok pre každého dodávateľa z Čadce dodávajúceho aspoň 5 súčiastok

kalkul

{<ČisDod, Meno, Total>:

$(\exists p)((\bigvee \text{adresa, farba, Total} = \text{sum}(\text{cena}), p = \text{count}(\text{ČísSúč}))$
 $(\text{Dodávateľ}(\text{meno, adresa, "Čadca", ČísDod}) \wedge$
 $\text{Dodáva}(\text{ČísDod, ČísSúč}) \wedge$
 $\text{Súčiastka}(\text{ČísSúč, cena, farba})) \wedge (p > 4))\}$

algebra

$\Pi_{\text{ČisDod, Meno, Total}} (\sigma_{p > 4} (\Gamma_{\text{ČisDod, Meno, Total} \leftarrow \text{sum}(\text{cena}), p \leftarrow \text{count}(\text{ČísSúč})}$
 $\sigma_{\text{mesto} = \text{"Čadca"}} (\text{Dodávateľ} \bowtie \text{Dodáva} \bowtie \text{Súčiastka}))$

SQL

```
Select D.ČisDod, D.Meno, Sum(F.cena)
from Dodávateľ D, Dodáva E, Súčiastka F
where F.ČísSúč = E.ČísSúč and E.ČisDod = D.ČisDod
and D.mesto = "Čadca"
group by D.ČisDod, D.Meno
having count(F.ČísSúč) > 4
```

13. Súčet cien dodávaných súčiastok pre každého dodávateľa z Čadce dodávajúceho aspoň 5 súčiastok

Datalóg

```
Jadro(ČísDod, meno, ČísSúč, cena) ←  
    Dodávateľ(meno, _, "Čadca", ČísDod),  
    Dodáva(ČísDod, ČísSúč), Súčiastka(ČísSúč, cena, _)  
Odpoved'(ČísDod, meno, total) ←  
    Subtotal(Jadro; ČísDod, meno; p=count(ČísSúč), total=sum(cena)),  
    p > 4
```

Minimum a maximum sú nadbytočné

$R(\mathbf{x}, y, \mathbf{z})$ agregáčnú funkciu minimum definujeme nasledujúcim dotazom.

kalkul

$$\{ \langle \mathbf{x}, \text{Min} \rangle : (\exists \mathbf{z}) R(\mathbf{x}, \text{Min}, \mathbf{z}) \wedge (\forall y \mathbf{v}) R(\mathbf{x}, y, \mathbf{v}) \Rightarrow y \geq \text{Min} \}$$

algebra

$$\Pi_{\mathbf{x}, y} R - \Pi_{\mathbf{x}, y} (\sigma_{u < y} (R \bowtie (\Pi_{\mathbf{x}, y \leftarrow u} R)))$$

Datalóg

$$\begin{aligned} \text{NieMin}(\mathbf{x}, y) &\leftarrow R(\mathbf{x}, y, \mathbf{z}), R(\mathbf{x}, u, \mathbf{v}), u < y \\ \text{Min}(\mathbf{x}, y) &\leftarrow R(\mathbf{x}, y, \mathbf{z}), \neg \text{NieMin}(\mathbf{x}, y) \end{aligned}$$

SQL

```
Select R1.x, R1.y as Min from R R1
where not exist (select * from R R2
where R2.x = R1.x and R2.y < R1.y)
```

Niekoľko faktov

- Sum sa nedá vyjadriť pomocou iných operácií
- Tranzitívny uzáver binárnej relácie sa nedá vyjadriť v SQL
- Aritmetické a iné funkcie
 - +, −, ×, /
 - iné funkcie ? $\sqrt{\quad}$, exp, log
- Textové operácie
 - like, substring
- Dátumové funkcie
 - day, month, year, weekday

Vyjadriť, že relácia má práve n riadkov

- Jeden: $\exists \mathbf{x} R(\mathbf{x}) \wedge (R(\mathbf{x}) \wedge \forall \mathbf{y} R(\mathbf{y}) \Rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{y})$
- Dva $\exists \mathbf{x}_1 \mathbf{x}_2 R(\mathbf{x}_1) \wedge R(\mathbf{x}_2) \wedge \mathbf{x}_1 \neq \mathbf{x}_2 \wedge$
 $(\forall \mathbf{x}_3 R(\mathbf{x}_3) \Rightarrow (\mathbf{x}_3 = \mathbf{x}_1 \vee \mathbf{x}_3 = \mathbf{x}_2))$
- ...
- Viac n patrí, sú vzájomne rôzne, neexistuje n+1.

Zjednotenie týchto formulí pre $n = 0 - \infty$ je v podstate count (ešte treba, ktorá bola pravdivá)

Sémantika SQL

Select

from

where

group by

having

Σ

F

C

Π

σ_C

Γ

Π

σ_F

$\times_{T \in \Sigma}$

záverečná projekcia

having

group by

atribúty za select + having

where

from