5.előadás: Adatbázisok-I.

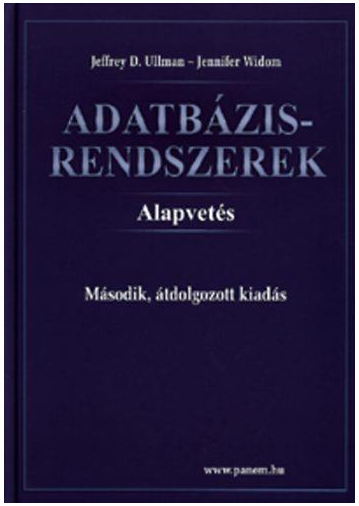
dr. Hajas Csilla (ELTE IK)
http://sila.hajas.elte.hu/

SQL gyakorlatban: SELECT záradékai és a kiterjesztett relációs algebra

Tankönyv:

5.1.- 5.2. Kiterjesztett relációs algebra

6.4. Ismétlődések kezelése, összesítések
csoportosítás, az SQL-ben
group by, having záradékok



Lekérdezések az SQL-ben

- 1.) Az SQL-ben halmazok helyett **multihalmazokat** használunk (vagyis egy sor többször is előfordulhat)
- 2.) SELECT ... FROM ... WHERE ... lekérdezésekben vagyis $\Pi_{\text{select-lista}}\ \sigma_{\text{where-feltétel}}$(from-lista táblák szorzata) a select-listán és where-feltételben az attribútumnevek helyén olyan **kifejezések** állhatnak az SQL-ben, amely függvényeket és műveleti jeleket is tartalmazhat
- Az attribútumnevek helyén álló kifejezésekben használt legfontosabb sorfüggvényeket, lásd az SQL gyakorlaton:
  - Numerikus, karakteres, dátum, konverziós függvények
  - NULL hiányzó értéket megadott értékkel helyettesítő függvények, például NVL, COALESCE használata, stb.
    - … részletesen, lásd az SQL gyakorlatok példáit …

A kiterjesztett relációs algebra

- Az eddig tanult műveleteket: vetítés (Π), kiválasztás (σ), halmazműveletek: unió ($\cup$), különbség ($-$), metszet ($\cap$), szorzás: természetes összekapcsolás($\bowtie$), direkt-szorzat (x), stb. multihalmazok fölött értelmezzük, mint az SQL-ben, egy reláció nem sorok halmazából, hanem multihalmazából áll, vagyis megengedett a sorok ismétlődése.
- Ezeken kívül a SELECT kiegészítéseinek és záradékainak megfeleltetett új műveletekkel is kibővítjük a rel. algebrát:
  - Ismétlődések megszüntetése (δ) - select distinct ..
  - Összesítő műveletek és csoportosítás (γ_{lista}) - group by..
  - Vetítési művelet kiterjesztése (Π_{lista}) - select kif [as onev]..
  - Rendezési művelet (τ_{lista}) - order by..
  - Külső összekapcsolások ($\overset{o}{\bowtie}$) - [left | right | full] outer join

Multihalmazok egyesítése, különbsége

- Unió: R ∪ S-ben egy t sor annyiszor fordul elő ahányszor előfordul R-ben, plusz ahányszor előfordul S-ben: n+m
- Metszet: R ∩ S-ben egy t sor annyiszor fordul elő, amennyi az R-ben és S-ben lévő előfordulások minimuma: min[n, m]
- Különbség: R – S-ben egy t sor annyiszor fordul elő, mint az R-beli előfordulások mínusz az S-beli előfordulások száma, ha ez pozitív, egyébként pedig 0, vagyis max[0, n-m]
- (R U S) – T =? (R – T) U (S – T) (Ez hz: igen, multihz:nem)

R

A	B
1	3
1	2

∪

S

A	B
1	3
2	5

A	B
1	3
1	2
1	3
2	5

A többi relációs algebrai művelet értelmezése multihalmazok fölött

- A projekció, szelekció, Descartes-szorzat (direkt szorzat), természetes összekapcsolás, théta-összekapcsolás, stb. végrehajtása során nem küszöböljük ki az ismétlődéseket.

R

A	B
1	2
1	5
2	3

$\Pi_A(R)$

A
1
1
2

Új műveletek a kiterjesztett algebrában: 1.) Ismétlődések megszüntetése

- Ismétlődések megszüntetése: R1:= δ(R2)
- A művelet jelentése: R2 multihalmazból R1 halmazt állít elő, vagyis az R2-ben egyszer vagy többször előforduló sorok csak egyszer szerepelnek az R1-ben.
- A DISTINCT reprezentálására szolgál (jele: δ kis-delta)
- A δ speciális esete lesz az általánosabb γ műveletnek

R =

A	B
1	2
3	4
1	2

δ(R) =

A	B
1	2
3	4

2.) Összesítő (aggregáló) függvények

- az összesítő függvény csoportosított sorok halmazain működik, és egyetlen eredményt ad vissza csoportonként.

EMPLOYEES

DEPARTMENT_ID	SALARY
90	24000
90	17000
90	17000
60	9000
60	6000
60	4200
50	5800
50	3500
50	3100
50	2600
50	2500
80	10500
80	11000
80	8600
	7000
10	4400

...

20 rows selected.

A legmagasabb fizetés az EMPLOYEES táblában

MAX(SALARY)
24000

Összesítő (aggregáló) függvények

- Miért hívják aggregáló függvényeknek?
- Ha kiszámoltuk az összeget a tábla bizonyos soraira, akkor újabb sorok figyelembe vételével (aggregálva) felhasználhatjuk a korábban kapott eddigi összeget
- Kivéve például az AVG esetén a fenti nem igaz, viszont az AVG érték hányadosa a SUM és COUNT értékeknek, amelyeket aggregálva tudunk megkapni.

R =

A	B
1	3
3	4
3	2

SUM(A) = 7
COUNT(A) = 3
MIN(B) = 2
MAX(B) = 4
AVG(B) = 3

Adatcsoportok létrehozása

EMPLOYEES

DEPARTMENT_ID	SALARY
10	4400
20	13000
20	6000
50	5800
50	3500
50	3100
50	2500
50	2600
60	9000
60	6000
60	4200
80	10500
80	8600
80	11000
90	24000
90	17000

...

20 rows selected.

4400

9500

3500

6400

10033

Az EMPLOYEES tábla osztályai és azokon az átlagfizetések

DEPARTMENT_ID	AVG(SALARY)
10	4400
20	9500
50	3500
60	6400
80	10033.3333
90	19333.3333
110	10150
	7000

Csoportosítás több oszlopnév alapján

EMPLOYEES

DEPARTMENT_ID	JOB_ID	SALARY
90	AD_PRES	24000
90	AD_VP	17000
90	AD_VP	17000
60	IT_PROG	9000
60	IT_PROG	6000
60	IT_PROG	4200
50	ST_MAN	5800
50	ST_CLERK	3500
50	ST_CLERK	3100
50	ST_CLERK	2600
50	ST_CLERK	2500
80	SA_MAN	10500
80	SA_REP	11000
80	SA_REP	8600

...

20	MK_REP	6000
110	AC_MGR	12000
110	AC_ACCOUNT	8300

20 rows selected.

Az EMPLOYEES tábla osztályain beosztások szerint a fizetések összege

DEPARTMENT_ID	JOB_ID	SUM(SALARY)
10	AD_ASST	4400
20	MK_MAN	13000
20	MK_REP	6000
50	ST_CLERK	11700
50	ST_MAN	5800
60	IT_PROG	19200
80	SA_MAN	10500
80	SA_REP	19600
90	AD_PRES	24000
90	AD_VP	34000
110	AC_ACCOUNT	8300
110	AC_MGR	12000
	SA_REP	7000

13 rows selected.

Összesítések és csoportosítás --- 2

- A csoportosítást (GROUP BY), a csoportokon végezhető összesítő függvényeket (AVG, SUM, COUNT, MIN, MAX, stb…) reprezentálja a művelet,

  jele: γ_L (gamma)

- Itt az **L** lista valamennyi eleme a következők egyike:
  - R olyan attribútuma, amely szerepel a GROUP BY záradékban, egyike a csoportosító attribútumoknak.
  - R egyik attribútumára (ez az összesítő attribútum) alkalmazott összesítő operátor.
    - Ha az összesítés eredményére névvel szeretnénk hivatkozni, akkor nyilat és új nevet használunk.

Összesítések és csoportosítás --- 3

- Értelmezése, kiértékelése: Osszuk az *R* tábla sorait csoportokba. Egy csoport azokat a sorokat tartalmazza, amelyek az *L* listán szereplő **csoportosítási attribútumokhoz** tartozó értékei megegyeznek
  - Vagyis ezen attribútumok minden egyes különböző értéke egy csoportot alkot.
- Minden egyes csoporthoz számoljuk ki az *L* lista **összesítési attribútumaira** vonatkozó összesítéseket
- Az eredmény minden egyes csoportra egy sor:
  - Eredmény: a csoportosítási attribútumok és
  - az összesítési attribútumra vonatkozó összesítések (az adott csoport összes sorára)

Példa: Összesítés és csoportosításra

R =

A	B	C
1	2	3
4	5	6
1	2	5

$\gamma_{A,B,AVG(C)->X}(R) = ??$

Először csoportosítunk

A	B	C
1	2	3
1	2	5
4	5	6

majd csoportonként összesítünk:

A	B	X
1	2	4
4	5	6

3.) A vetítési művelet kiterjesztése

- $\Pi_L(R)$ kiterjesztett vetítés L listájában szerepelhetnek:
- Az R reláció attribútuma
- E → z kifejezés, ahol E az R reláció attribútumaira vonatkozó (konstansokat, aritmetikai műveleteket, függvényeket tartalmazó kifejezés), z pedig az E kifejezés által számolt, az eredményekhez tartozó új attribútum nevét jelöli

R

A	B
1	2
1	5
2	3

$\Pi_{A+B \rightarrow z}(R)$

Z
3
6
5

4.) Kiválasztott sorok rendezése

- Rendezés: $\tau_{A1, \ldots, An}(R)$
- Először A_1 attribútum szerint rendezzük R sorait. Majd azokat a sorokat, amelyek értéke megegyezik az A_1 attribútumon, A_2 szerint, és így tovább.
- Az ORDER BY reprezentálására szolgál (jele: τ tau)
- Ez az egyetlen olyan művelet, amelynek az eredménye nem halmaz és nem multihalmaz, hanem rendezett lista.

R =

(A	B)
1	2
3	4
5	2

τ_B (R) = [(5,2), (1,2), (3,4)]

5.) Külső összekapcsolások

- Ez nem relációs algebrai művelet, uis kilép a modellből.
- Lehet baloldali, jobboldali, teljes külső összekapcsolás.
- R, S sémái R(A_1,…,A_n,B_1,…,B_k), ill. S(B_1,…,B_k,C_1,…,C_m)
- R $\overset{o}{\bowtie}$ S = R $\bowtie$ S relációt kiegészítjük az R és S soraival, a hiányzó helyekre NULL értéket írva megőrzi a „lógó sorokat”
- Van teljes, baloldali és jobboldali külső összekapcsolás attól függően, hogy melyik oldalon szereplő reláció sorait adjuk hozzá az eredményhez (a lógó sorokat kiegészítve NULL értékkel) $\perp$ szimbólummal.

Példák külső összekapcsolásokra

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

R reláció

B	C	D
2	3	10
2	3	11
6	7	12

S reláció

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	⊥
7	8	9	⊥
⊥	6	7	12

$R \overset{o}{\bowtie} S$ eredmény

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	⊥
7	8	9	⊥

$R \overset{o}{\bowtie}_{L} S$ eredmény

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
⊥	6	7	12

$R \overset{o}{\bowtie}_{R} S$ eredmény

Nézzük meg a kiterjesztett algebra műveleteit az SQL SELECT-ben

- Emlékeztető: Az előadások SQL lekérdezései az alábbi **Sörivók adatbázissémán** alapulnak

Sörök(<u>név</u>, gyártó)
Sörözők(<u>név</u>, város, tulaj, engedély)
Sörivók(<u>név</u>, város, tel)

Szeret(<u>név</u>, <u>sör</u>)
Felszolgál(<u>söröző</u>, <u>sör</u>, ár)
Látogat(<u>név</u>, <u>söröző</u>)

Multihalmaz szemantika az SQL-ben

- A SELECT-FROM-WHERE utasítások általában multihalmaz szemantikát használnak, külön kell kérni DISTINCT-tel ha a halmazt szeretnénk eredményül, kapni, a DISTINCT kiküszöböli az ismétlődéseket.
- A halmazműveleteknél viszont a halmaz szemantika az érvényes, mert ott az az egyszerűbb, és a multihalmaz szemantikát (ezt fogjuk a mai előadáson megbeszélni) külön kell kérni az ALL szócskával
- Az SQL-ben a halmazműveletek:

```
(SFW-lekérdezés1)
        [ UNION [ALL] |
          INTERSECT [ALL] |
         {EXCEPT | MINUS} [ALL] ]
(SFW-lekérdezés2);
```

Halmazműveletek az SQL-ben

- A SELECT-FROM-WHERE utasítások általában multihalmaz szemantikát használnak, külön kell kérni DISTINCT–tel ha halmazt szeretnénk kapni, viszont a halmazműveleteknél alapértelmezésben mégis a halmaz-szemantika (duplikátumok szűrése) érvényes, itt a multihalmaz szemantika az, amit kérni kell: ALL
- Az ALL kulcsszóval ezek a műveletek multihalmaz-szemantika szerint működnek.
- (SELECT … FROM …)

  {UNION | INTERSECT | EXCEPT | MINUS} [ALL]

  (SELECT … FROM …)

Halmaz-multihalmaz szemantika

- A SELECT-FROM-WHERE állítások multihalmaz szemantikát használnak, a **halmazműveleteknél** mégis a **halmaz szemantika** az érvényes.
  - Azaz sorok nem ismétlődnek az eredményben.
- Ha projektálunk, akkor egyszerűbb, ha nem töröljük az ismétlődéseket.
  - Csak szépen végigmegyünk a sorokon.
- A metszet, különbség számításakor általában az első lépésben lerendezik a táblákat.
  - Ez után az ismétlődések kiküszöbölése már nem jelent extra számításigényt.
- **Motiváció:** hatékonyság, minimális költségek

Példa: Intersect (metszet)

- Szeret(név, sör), Felszolgál(söröző, sör, ár) és Látogat(név, söröző) táblák felhasználásával keressük azokat a sörivókat és söröket, amelyekre a sörivó szereti az adott sört **és** a sörivó látogat olyan söröző, ahol felszolgálják a sört.

Trükk: itt ez az alkérdés valójában az adatbázisban tárolt tábla

```
(SELECT * FROM Szeret)
  INTERSECT
(SELECT név, sör
 FROM Látogat, Felszolgál
 WHERE Látogat.söröző = Felszolgál.söröző);
```

(név, sör) párok, ahol a sörivó látogat olyan bárt, ahol ezt a sört felszolgálják

Példa: ALL (multihalmaz szemantika)

- Látogat(név, söröző) és Szeret(név, sör) táblák felhasználásával kilistázzuk azokat a sörivókat, akik több söröző látogatnak, mint amennyi sört szeretnek, és annyival többet, mint ahányszor megjelennek majd az eredményben

```
(SELECT név FROM Látogat)
    EXCEPT ALL
(SELECT név FROM Szeret);
```

- Megj.: ORACLE-ben EXCEPT helyett MINUS-t használunk, illetve UNION és UNION ALL lehet

SQL: Ismétlődések megszüntetése

- SELECT DISTINCT … FROM …
- A δ művelet SQL-beli megfelelője, amellyel az eredményben kiszűrjük a duplikátumokat, vagyis multihalmazból halmazt állítunk elő.

SQL: Összesítések (aggregálás)

- Összesítések (aggregáló műveletek) a SELECT listán alkalmazhatjuk egy oszlopra (kifejezésre).

  <Aggregáló művelet>(kifejezés) [[AS] onév], …

- Az 5 legfontosabb összesítő függvény:

  SUM, COUNT, MIN, MAX (aggregálással számolható), AVG (bevezették ezt is, mivel gyakran kell AVG és aggregálással számolható függvényekből számolható)

- **Példa**: A Felszolgál(söröző, sör, ár) tábla segítségével adjuk meg a Bud átlagos árát:

```
SELECT AVG(ár)
FROM Felszolgál
WHERE sör = 'Bud';
```

Összesítések (aggregálás)

- Itt is fontos a halmaz, multihalmaz megkülönböztetés.
- Aggregáló_művelet(ALL|DISTINCT R.A)
  ALL (ez az alapértelmezés, ha nincs jelezve, akkor ALL), ha DISTINCT szerepel, akkor csak a különböző értékűeket veszi figyelembe az összesítéseknél.
- NULL nem számít a SUM, AVG, COUNT, MIN, MAX függvények kiértékelésekor. (implementáció függő, ellenőrizzük le)
- De ha nincs NULL értéktől különböző érték az oszlopban, akkor az összesítés eredménye NULL.
- Kivétel: COUNT az üres halmazon 0-t ad vissza.
- COUNT(*) az eredmény sorainak számát adja meg.

NULL értékek nem számítanak az összesítésben, kivéve COUNT(*)

```
SELECT count(*)
FROM Felszolgál
WHERE sör = 'Bud';
```

A Bud sört árusító kocsmák száma, üres halmazon 0-t ad

```
SELECT count(ár)
FROM Felszolgál
WHERE sör = 'Bud';
```

A Bud sört ismert áron árusító kocsmák száma, üres halmazon NULL-t ad.

Ismétlődések kiküszöbölése összesítésben (DISTINCT)

- Az összesítő függvényen belül DISTINCT.
- **Példa**: hány *különféle* áron árulják a Bud sört?

```
SELECT COUNT(DISTINCT ár)
FROM Felszolgál
WHERE sör = 'Bud';
```

SQL: Csoportosítás

- **SELECT** …
  FROM …
  [WHERE … **]**
  [GROUP BY kif_1, … kif_k **]**
- Egy SELECT-FROM-WHERE kifejezést GROUP BY záradékkal folytathatunk, melyet attribútumok (kifejezések) listája követ.
- A SELECT-FROM-WHERE eredménye a megadott attribútumok értékei szerint csoportosítódik, az összesítéseket ekkor minden csoportra külön alkalmazzuk.

Példa: Csoportosítás

- A **Felszolgál(bár, sör, ár)** tábla segítségével adjuk meg a sörök átlagos árát.

```
SELECT sör, AVG(ár)
FROM Felszolgál
GROUP BY sör;
```

sör	AVG(ár)
Bud	2.33
Miller	2.45

A SELECT lista és az összesítések

- Ha összesítés is szerepel a lekérdezésben, a SELECT-ben felsorolt attribútumok
  - vagy egy összesítő függvény paramétereként szerepelnek,
  - vagy a GROUP BY attribútumlistájában is megjelennek.

Az összesítő függvények csak két mélységig ágyazhatóak egymásba

- A **Felszolgál(bár, sör, ár)** tábla segítségével fejezzük ki szavakkal mit jelent az alábbi két lekérdezés? Melyik adhat nagyobb eredményt?

a.)
```
SELECT MAX(AVG(ár))
    FROM Felszolgál
        GROUP BY sör;
```

b.)
```
SELECT AVG(MAX(ár))
    FROM Felszolgál
        GROUP BY sör;
```

Csoportok szűrése: HAVING záradék

- A GROUP BY záradékot egy
  HAVING <feltétel> záradék követheti.
- HAVING feltétel az egyes csoportokra vonatkozik, ha egy csoport nem teljesíti a feltételt, nem lesz benne az eredményben.
- csak olyan attribútumok szerepelhetnek, amelyek:
  - vagy csoportosító attribútumok,
  - vagy összesített attribútumok.

  (vagyis ugyanazok a szabályok érvényesek, mint a SELECT záradéknál).

Példa alkérdésre a HAVING-ben --1

- Felszolgál(söröző, sör, ár) és Sörök(név, gyártó) táblák felhasználásával adjuk meg azon sörök árainak az összegét, amelyeket
  - legalább három sörözőben felszolgálnak,
  - vagy Pete a gyártójuk!

Példa alkérdésre a HAVING-ben --2

```
SELECT sör, SUM(ár)
FROM Felszolgál
GROUP BY sör
HAVING COUNT(söröző) >= 3  OR
    sör IN (SELECT név
            FROM Sörök
            WHERE gyártó = 'Pete');
```

(HAVING…) Sör csoportok, Melyeket legalább három nem-NULL bárban árulnak, Vagy Pete a gyártójuk.

(SELECT…) Sörök, melyeket Pete gyárt

- H.F: Átírható-e olyan lekérdezéssé, amelyben nem használunk alkérdést?

SQL: Az eredmény rendezése

- SQL SELECT utasítás utolsó záradéka: ORDER BY
- Az SQL lehetővé teszi, hogy a lekérdezés eredménye bizonyos sorrendben legyen rendezve. Az első attribútum egyenlősége esetén a 2.attribútum szerint rendezve, stb, minden attribútumra lehet növekvő vagy csökkenő sorrend.
- Select-From-Where utasításhoz a következő záradékot adjuk, a WHERE záradék és minden más záradék (mint például GROUP BY és HAVING) után következik:

  SELECT … FROM … [WHERE …] […]

  ORDER BY {attribútum [DESC], …}

- **Példa: SELECT * FROM Felszolgál**

  ORDER BY ár DESC, sör

Összefoglalás: SELECT utasítás záradékai

- Teljes SELECT utasítás(a záradékok sorrendje adott)

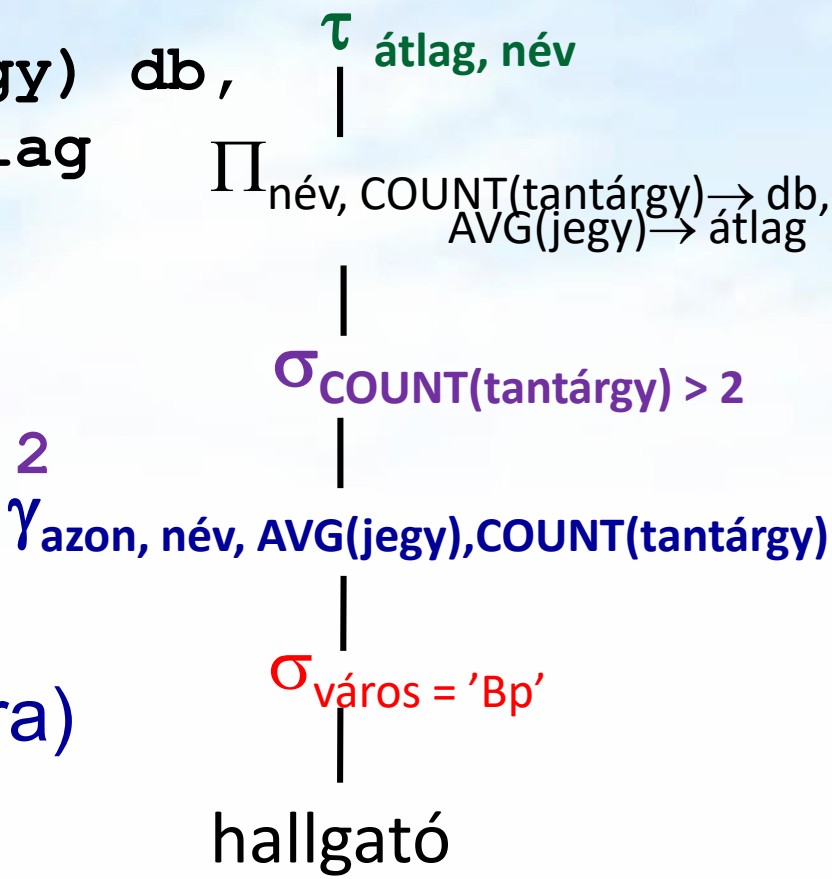
```
SELECT  [DISTINCT] Lista1        -- 5 és 6
FROM R  t                        -- 1
   [WHERE  Felt1 ]               -- 2
   [GROUP BY csopkif             -- 3
      [HAVING Felt2 ] ]          -- 4
   [ORDER BY Lista2]             -- 7
```

$$\tau_{\text{Lista2}} (\delta (\Pi_{\text{Lista1}} \sigma_{\text{Felt2}} (\gamma_{\text{csopkif, AGGR(kif)}} \sigma_{\text{Felt1}} (R))))$$

Példa: group by, having és order by

Példa: hallgató (azon, név, város, tantárgy, jegy)

```
SELECT név, COUNT(tantárgy) db,
            AVG(jegy) átlag
FROM hallgató
WHERE város = 'Bp'
GROUP BY azon, név
HAVING COUNT(tantárgy) > 2
ORDER BY átlag, név;
```



(Kiterjesztett relációs algebra)

Példa: külső összekapcsolás+csoportosítás

```
SELECT NVL(onev, 'Fiktív') osztály,
  NVL(AVG(fizetes),0) + 100 emelt
FROM dolgozo d FULL OUTER JOIN osztaly o
ON d.oazon=o.oazon
GROUP BY o.oazon, onev
ORDER BY emelt;
```

$$\tau_{emelt}(\pi_{onev \rightarrow osztaly,\ avg(fizetes)+100 \rightarrow emelt}(\gamma_{o.oazon,onev,\ avg(fizetes)}(d \overset{o}{\bowtie} o)))$$

Kérdés/Válasz

- Köszönöm a figyelmet! Kérdés/Válasz?

Feladatok

- Házi feladat: Gyakorlás az Oracle Példatár feladatai:
- Példatár 1.-3. fejezetek feladatai SQL-lekérdezésekben kifejezések, függvények, összesítések és csoportosítás, sorok rendezése, összekapcsolások, alkérdések
- Keressünk új megoldásokat! „Amikor azt gondolod, hogy már minden lehetőséget kimerítettél, még mindig van legalább egy.” (Thomas Alva Edison)