Adatbázisok elmélete

SQL

Katona Gyula Y.

Számítástudományi és Információelméleti Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2017. október 6.

Az SQL nyelv

- Relációs nyelv, mint az eddigiek
- oszlopkalkulus jellegű, de némi sorkalkulusos beütéssel

Termékek, (amik szükségszerűen relációs nyelvet is tartalmaztak):

- IBM: System/R
- Relational Software: Oracle
- Relational Systems: Ingres
- Microsoft: SQL server 2000
- Mysql (Oracle, open source)

Szabványok

- SQL89 (SQL1)
- SQL92 (SQL2, mi nagyrészt ezt nézzük most)
- SQL99 (SQL3, ebből is pár dolog, pl. triggerek, rekurzió)
- ...
- SQL:2016

Működő rendszerekben ezek verziói vannak (főleg SQL2).

Fontosabb utasítások

Data Definition Language:

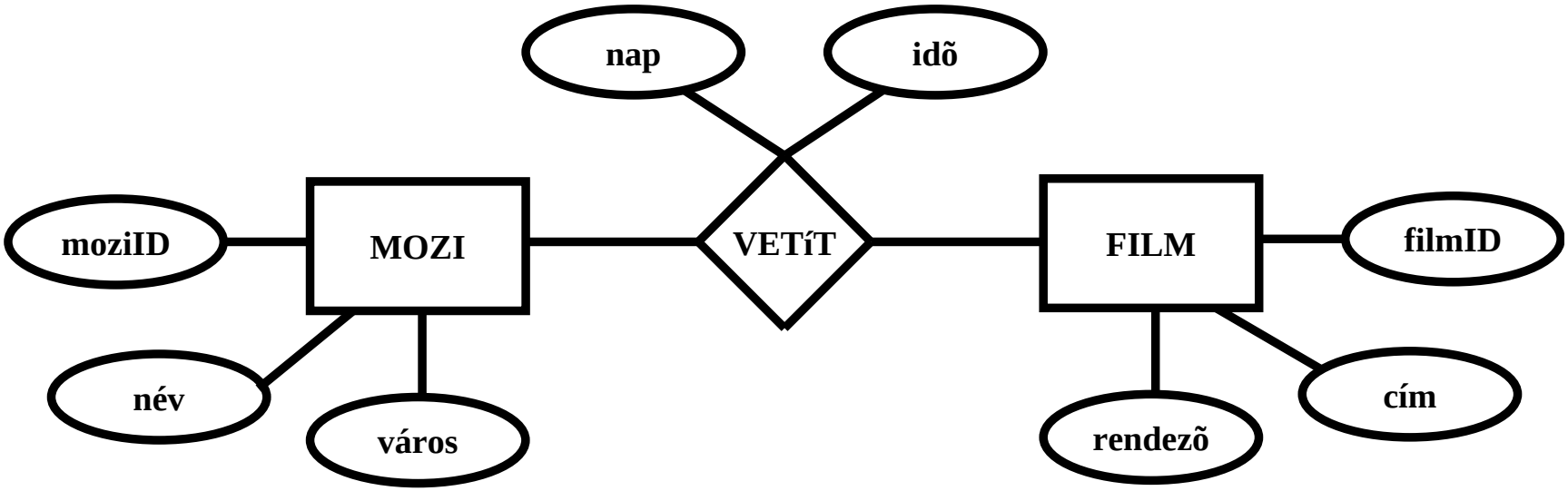
- CREATE - séma létrehozása
- ALTER - séma módosítása
- DROP - séma törlése

Data Modification Language:

- INSERT - adatok beszúrása
- UPDATE - adatok módosítása
- DELETE - adatok törlése
- SELECT - adatok lekérdezése

Természetesen előbb mindig a sémát kell létrehozni, és utána dolgozhatunk vele, de azt lehet egyéb módon is, nem csak SQL-ben. Mi most a lekérdezéseket vesszük először mert eddig úgyis a lekérdező nyelvekről volt szó.

A példákban használt relációs séma



DML utasítások — SELECT

Ezzel valósítható meg a kiválasztás, vetítés és a szorzat.
Szintaxis:
SELECT <reláció$_i$>.<attrib$_1$>, . . . , <reláció$_j$>.<attrib$_n$>
FROM <reláció$_1$>, . . . , <reláció$_m$>
WHERE <kifejezés>
Relációs algebrabeli megfelelője (de nem pontosan, mert SQL-ben SELECT nem küszöböli ki a többszörös sorokat):

$$\pi_{\text{<attrib}_1\text{>},\ldots,\text{<attrib}_n\text{>}}\sigma_{\text{<kifejezés>}}(\text{<reláció}_1\text{>} \times \cdots \times \text{<reláció}_m\text{>})$$

Példa 1: A budapesti mozik azonosítói és nevei
SELECT mozi.moziID, mozi.név FROM mozi WHERE mozi.város="Budapest"
Példa 2: A pénteken hétkor kezdődő filmek azonosítói
SELECT vetít.filmID FROM vetít WHERE vetít.nap="péntek" AND vetít.idő="19:00"

Megjegyzés:

- kiértékelés: minden egyes FROM utáni relációnak megfelel egy-egy sorváltozó, ami az egyes relációk sorain megy végig (egymásba ágyazott ciklusokkal például). Ha találat van, azaz a WHERE feltétel igaz az aktuális értékekre, akkor a SELECT utáni mezők kiíródnak
- úgy gondolhatunk a kiértékelésre, mintha először vennénk a FROM utáni relációk direkt szorzatát és aztan arra csinálnánk a kiválasztást és a vetítést.
- ha többszörös sorokat nem akarunk: SELECT DISTINCT (ennek ára van!!!)
- WHERE el is hagyható
- WHERE-ben mi állhat: erről később
- az eredmény az ORDER BY kulcsszó segítségével rendezhető, megadható hogy mely oszlopok szerint és hogy növőleg vagy csökkenőleg
- A fenti két példa mutatja, hogy a kiválasztás és a vetítés megy, a szorzatra a sorváltozók bevezetése után nézünk példát

SQL Sor- és oszlopváltozók

A FROM után felsorolt relációkhoz **sorváltozókat** rendelhetünk.
Szintaxis (FROM után <reláció$_i$> helyén): <reláció$_i$> AS <sorváltozó>
A SELECT után elhelyezett attribútum-hivatkozásokhoz **oszlopváltozókat** rendelhetünk.
Szintaxis (SELECT után <reláció$_i$>.<attrib$_j$> helyén):
<reláció$_i$>.<attrib$_j$> AS <oszlopváltozó>
Így átnevezés lehetséges az eredmény megjelenítésekor:
Például:
SELECT név AS Filmszínház,
város AS Hely FROM mozi
$\Longrightarrow$

	Filmszínház	Hely
	⋮	

Az oszlopváltozók valójában csak az eredményreláció attribútumainak elnevezésére használhatók, a SELECT utasításon belül nem hivatkozhatunk rájuk.
A <reláció$_i$>. előtag elhagyható, ha egyértelmű, hogy melyik relációról van szó, továbbá a <reláció$_i$>. előtag helyett <sorváltozó>. előtag is szerepeltethető.

Attribútumhivatkozások

Amikor egy attribútumra akarunk hivatkozni, három lehetőségünk van:

- <attribútum> (ha ez egyértelmű)
- <reláció>.<attribútum> (ha ez egyértelmű – N.B.: egy reláció többször is szerepelhet a FROM után, lesz példa)
- <sorváltozó>.<attribútum> (mindig használható)

Példa 3: A pénteken vetített filmek címei és rendezői (természetes illesztés)
SELECT cím, rendező FROM film, vetít WHERE vetít.filmID = film.filmID AND nap='péntek'
Példa 4: Azok a várospárok, ahol vannak azonos nevű mozik
SELECT m1.város, m2.város FROM mozi AS m1, mozi AS m2 WHERE m1.név = m2.név AND m1.város <> m2.város
Megjegyzés: a várospárok mindkét sorrendben megjelennek, és több azonos nevű mozi esetén többször is megjelennek.
Az elsőre megoldás: <> helyett legyen <, amúgy meg DISTINCT
SELECT DISTINCT m1.város, m2.város FROM mozi AS m1, mozi AS m2 WHERE m1.név = m2.név AND m1.város < m2.város

A WHERE kifejezés

Kifejezés felépítése:

- logikai műveletek: AND, OR, NOT
- összehasonlítás: =, <>, >=, <=, LIKE, BETWEEN
- aritmetikai műveletek: +, -, *, /, MOD, POWER, LN, SIN, COS, . . .
- karakterlánc műveletek, összehasonlítás: CONCAT (||), LENGTH, LOWER, SUBSRT, SOUNDEX,. . .
- halmazba tartozás: IN (halmaz), . . .
- változóhivatkozások: <sorváltozó>.<attribútum>, <reláció>.<attribútum>, <attribútum>
- konstans (szám,karakterlánc): 137, 42e-3, 'füzér', . . .
- NULL érték vizsgálata: IS NULL, IS NOT NULL (később lesz)
- alkérdés is lehet itt: (majd erről később)

LIKE és BETWEEN használata

LIKE használata:

- '_' egy tetszőleges karakterre illeszkedik
- '%' tetszőleges karakterláncra illeszkedik

BETWEEN használata: BETWEEN a AND b jelentése $a \leq . \leq b$
Példa 5: A 150 és 200 közötti azonosítójú mozik közül azok, amelyek B-vel kezdődő nevű városban vannak, és a nevük hárombetűs.

SELECT név FROM mozi WHERE moziID BETWEEN 150 AND 200 AND város LIKE 'B%' AND név LIKE '_ _ _'

Műveletek relációkkal

A részeredményül kapott relációkkal (**ha azok sémája lényegében azonos!**) halmazműveleteket (unió, metszet, különbség) végezhetünk.

Unió (valamely eredményrelációban szereplő sorok):

- Szintaxis: <eredményreláció1> UNION <eredményreláció2>
- Példa 6: A pénteken vagy szombaton játszott filmek :
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'péntek' AND film.filmID = vetít.filmID)
  UNION
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'szombat' AND film.filmID = vetít.filmID)

  (nem hatékony!)

Metszet (mindkét eredményrelációban szereplő sorok):

- Szintaxis: <eredményreláció1> INTERSECT <eredményreláció2>
- Példa 7: A pénteken és szombaton is játszott filmek:
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'péntek' AND film.filmID = vetít.filmID)
  INTERSECT
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'szombat' AND film.filmID = vetít.filmID)

Műveletek relációkkal

Különbség (az első reláció azon sorai, melyek a másodikban nem szerepelnek):

- Szintaxis: <eredményreláció1> MINUS <eredményreláció2>
- Példa 8: A pénteken igen, de szombaton nem játszott filmek:
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'péntek' AND film.filmID = vetít.filmID)
  MINUS
  (SELECT cím FROM film, vetít WHERE vetít.nap = 'szombat' AND film.filmID = vetít.filmID)

A szabványban MINUS helyett EXCEPT szerepel, de a gyakorlatban a MINUS használatos.

Állítás

Az SQL relációsan teljes.

Bizonyítás.

Most láttuk az uniót és különbséget, a többi pedig már volt, de újra:

vetítés: $\pi_{A_{i_1},A_{i_2},\ldots,A_{i_k}}(R)$-nek megfelelő lekérdezés: SELECT $A_{i_1}, A_{i_2}, \ldots, A_{i_k}$ FROM R

kiválasztás: $\sigma_F(R)$-nek megfelel a
SELECT * FROM R WHERE F'
ahol F'az, ami F-ből jön átírással ($\wedge, \vee, \neg$ helyett AND, OR, NOT)

szorzat: SELECT $R.A_1, R.A_2, \ldots, R.A_k, S.B_1, \ldots, S.B_l$ FROM R,S $\surd$ $\square$

Multihalmazok-halmazok

- Az SQL alapértelmezésben nem tünteti el a többszörös sorokat, kivétel: UNION, INTERSECT, EXCEPT, ennél a háromnál eltűnnek az ismétlődések
- Ha el akarjuk tüntetni az ismétlődéseket:
  SELECT DISTINCT
- Ha a halmazműveleteknél mégsem akarom eltüntetni az ismétlődéseket:
  UNION ALL, EXCEPT ALL, INTERSECT ALL
- Nem (mindig) éri meg közben is törekedni arra, hogy ne legyen ismétlődés, elég a végén, mert:
  Az ismétlődés kiküszöbölése sok munka, mert rendezni kell az egész relációt hozzá.

Aggregátumok

- Aggregátumok számolása: SUM, MIN, MAX, AVG, COUNT,. . .
- Az, hogy COUNT hogyan kezeli a többszörös sorokat, az rendszerfüggő. Ha biztosra akarunk menni: COUNT (DISTINCT <attribútum>), COUNT (ALL <attribútum>)
- Lehetőségünk van bizonyos attribútumok értéke szerint csoportosítani az eredményt, és így aggregált sorokat képezni.

Erre az utóbbira példa a következő reláció:

MOZI

moziID	név	város	székszám
1	Corvin	Budapest	2500
2	Elit	Sopron	300
3	Sopron Plaza Megaflex	Sopron	2000
4	Szindbád	Budapest	600
5	Tabán	Budapest	200
6	Uránia	Pécs	500

Aggregátumok

Csoportosítsunk a város attribútum szerint:

MOZI	moziID	név	város	székszám
	1	Corvin	Budapest	2500
	4	Szindbád	Budapest	600
	5	Tabán	Budapest	200
	6	Uránia	Pécs	500
	2	Elit	Sopron	300
	3	Sopron Plaza Megaflex	Sopron	2000

Képezzük minden városra a székszámok összegét:

MOZI	város	össz_székszám
	Budapest	3300
	Pécs	500
	Sopron	2300

Példa 9: Mindez SQL-ben

```
SELECT város, SUM(székszám) AS össz_székszám FROM mozi GROUP BY város
```

Aggregátumok

Példa 10: Az egyes városok legkisebb és legnagyobb mozijának mérete
SELECT város, MIN(székszám), MAX(székszám) FROM mozi GROUP BY város
Példák, ahol nincs csoportosítás:
Példa 11: A létező legnagyobb és a legkisebb székszám
SELECT MIN(székszám), MAX(székszám) FROM mozi
Példa 12: Az összes székszám
SELECT SUM(székszám) FROM mozi

Aggregátumok

- Kiértékelés: Vesszük a FROM utáni relációk direkt szorzatát (egy reláció szerepelhet többször is a szorzatban, ha sorváltozókat adtunk meg hozzá), a WHERE feltételt teljesítő eseteket a GROUP BY szerint csoportosítjuk, majd kiszámoljuk minden csoportra az aggregátumot és kiírjuk.
- Amennyiben aggregátumokat képzünk a GROUP BY segítségével, akkor csak azokra az attribútumokra hivatkozhatunk közvetlenül a SELECT-ben, ami szerint csoportosítottunk. Ezen attribútumok értékei ugyanis egy aggregátumon belül jól meghatározottak. A többi attribútum az aggregátumon belül többféle értéket is felvehet. Ezért rájuk csak oszlopfüggvényeken (aggregátumokon) keresztül hivatkozhatunk.
- Lehet több oszlop szerint is GROUP BY, ekkor azok a sorok lesznek egy csoportban, ahol mindegyik GROUP BY után felsorolt oszlop értéke megegyezik.
- Lehet GROUP BY aggregátum nélkül is

  Példa 13:
  SELECT város FROM mozi GROUP BY város

  Kiírja az összes várost (pontosan egyszer), ahol van mozi.
  Ugyanaz, mint a
  SELECT DISTINCT város FROM mozi

Feltétel a csoportokra — HAVING

A csoportosítással együtt tehetünk feltételt a csoportokra. Ebben az esetben csak azokra a csoportokra számolódik ki az aggregátum, amik a feltételnek eleget tesznek.
Példa 14: Azokra a városokra számolunk csak legkisebb és legnagyobb mozit, ahol van legalább 2 mozi
SELECT város, MIN(székszám), MAX(székszám) FROM mozi GROUP BY város HAVING COUNT(név)>1

- a csoportra vonatkozó feltételt a HAVING kulcsszó vezeti be
- olyan feltételt írunk ide, ami csoportra vonatkozik (különben WHERE-be írnánk)
- csak GROUP BY-jal együtt használható
- a kiértékelés során a csoportosítás után minden egyes csoportra megnézzük a feltételt és eldobjuk azokat a csoportokat, amikre a feltétel nem áll és a maradékkal dolgozunk tovább
- HAVING megkerülhető, mindent, amit lehet HAVING-gel, lehet máshogy is (majd lesz erről szó az alkérdéseknél)

A hat alapkulcsszó

- SELECT, FROM, WHERE, GROUP BY, HAVING, ORDER BY
- Ebben a sorrendben jönnek
- SELECT és FROM kell, a többi opcionális
- HAVING csak GROUP BY-jal

Alkérdések

- Az alkérdés eredménye mindig egy reláció, szintaxisa pedig a lekérdezés szintaxisával azonos.
- Tipikusan WHERE feltételében áll, ezáltal sokkal összetettebb kiválasztási feltételek jönnek létre, mint a relációs algebrában.

Alkérdés FROM záradékban

A kiválasztáshoz használt relációk lehetnek alkérdés által származtatott relációk is.
Példa 15: A filmek címe, rendezője és a rendező filmjeinek száma

```
SELECT f1.cím, f1.rendező, f2.filmszám FROM
film AS f1,
(SELECT rendező, COUNT(*) AS filmszám FROM film GROUP BY rendező) AS f2
WHERE f1.rendező = f2.rendező
```

Vigyázat! Itt nem jött létre f2 nevű reláció, csak annyi történik, hogy az f2 nevű sorváltozó befutja az alkérdés eredményéül kapott reláció sorait. Egyszer kiszámolódik az alkérdés és ennek eredményét használjuk a továbbiakban.

Alkérdés WHERE záradékban

Az alkérdés eredményét valamely attribútumok értékeivel hasonlítjuk össze a kiválasztáshoz.
Ezeknek az attribútumok számában meg kell egyezniük az alkérdés eredményének oszlopszámával.

- **Egyenlőség vizsgálata**
  Csak akkor lehetséges, ha az alkérdés egysoros relációt ír le (azaz az eredménye egyetlen érték vagy érték-vektor).
  Az egyenlőség fennáll, ha az adott attribútumok értékei megegyeznek az alkérdés által adott reláció megfelelő attribútumainak értékével.
  Szintaxis:
  SELECT . . . FROM . . .
  WHERE (<attrib$_{11}$>, . . . , <attrib$_{1n}$>) = (SELECT <attrib$_{21}$>, . . . , <attrib$_{2n}$> FROM . . .)
  A nem egyenlőség vizsgálatára a $<>$ használandó.
  Példa 16: A legnagyobb mozik nevei
  SELECT név FROM mozi
  WHERE mozi.székszám = (SELECT MAX(székszám) FROM mozi)

Alkérdés WHERE záradékban

- **Tartalmazás vizsgálata**
  Több sort adó alkérdésre is értelmezett.
  A tartalmazás fennáll, ha a vizsgált attribútumok értéke megegyezik az alkérdés eredményének valamely sorával.
  Szintaxis:
  SELECT . . . FROM . . .
  WHERE (<attrib$_{11}$>, . . . , <attrib$_{1n}$>) IN (SELECT <attrib$_{21}$>, . . . , <attrib$_{2n}$> FROM . . .)
  A nem tartalmazás vizsgálatára a **NOT IN** használandó.

  Példa 17: A nem vetített filmek címe és rendezője
  SELECT cím, rendező FROM film AS f1
  WHERE f1.filmID NOT IN (SELECT v1.filmID FROM vetít AS v1)

Alkérdések

- **Alkérdés valamely vagy minden sorának vizsgálata**
  Tipikusan több sort szolgáltató alkérdés esetén, valamilyen összehasonlító operátorral együtt használatosak az **ANY** és az **ALL** kulcsszavak.
  Az **ANY**-t (**ALL**-t) tartalmazó feltétel teljesül, ha a vizsgált attribútumok értéke és az alkérdés valamely (minden) sorára az összehasonlító operátor igaz értéket ad.
  Szintakszis:
  SELECT . . . FROM . . .
  WHERE (<attrib$_{11}$>, . . . , <attrib$_{1n}$>) <op> [ANY | ALL] (SELECT <attrib$_{21}$>, . . . , <attrib$_{2n}$> FROM . . .)
  A „semelyik”, illetve a „nem mind” leírására a **NOT ANY**, illetve a **NOT ALL** használatosak.

Példa 18: Ismét a legnagyobb mozi(k)

```
SELECT m2.város, m2.név, m2.székszám FROM mozi AS m2
WHERE m2.székszám >= ALL (SELECT m1.székszám FROM mozi AS m1)
```

- **Alkérdés ürességének vizsgálata**
  Az **EXISTS** kulcsszóval megvizsgálhatjuk, hogy van-e egyáltalán sora az alkérdés által leírt relációnak.
  Az ezt tartalmazó feltétel teljesül, ha van legalább egy sor.
  Szintakszis:
  SELECT . . . FROM . . .
  WHERE EXISTS (SELECT <attrib$_1$>, . . . , <attrib$_n$> FROM . . .)
  A nem létezés vizsgálatára a **NOT EXISTS** használandó.

  Példa 19: Azok a városok, ahol van legalább két mozi
  SELECT m1.város FROM mozi AS m1
  WHERE EXISTS (SELECT * FROM mozi AS m2 WHERE m1.város =m2.város
  AND m1.név<>m2.név)

  Ez úgy nevezett korrelált alkérdés:
  ennek kiértékelése során minden egyes lehetséges értékére az m1 sorváltozónak lefut az alkérdés és kiírás van, ha az alkérdés eredménye nem üres.
  A korábbi esetekben csak egyszer kellett kiértékelni az alkérdést, itt annyiszor, ahány sora a mozi-nak van.

HAVING megkerülése alkérdéssel

Nézzük egy példán, de általában is így megy:
HAVING-gel:

Azokra a városokra számolunk legkisebb és legnagyobb mozit, ahol van legalább 2 mozi

```
SELECT város, MIN(székszám), MAX(székszám)
FROM mozi
GROUP BY város
HAVING COUNT(*)>1
```

HAVING nélkül, alkérdéssel:

```
SELECT város, minszékszám, maxszékszám
FROM (SELECT város, MIN(székszám) AS minszékszám, MAX(székszám)
                              AS maxszékszám, COUNT(*) AS darab
                    FROM mozi
                     GROUP BY város)
WHERE darab >1
```

NULL érték az SQL-ben

Az SQL-ben az ismeretlen vagy nem létező értéket a **NULL** érték jelképezi.
A **NULL** használatakor ügyelni kell rá, hogy az aritmetikai és összehasonlító operátorok speciálisan értelmezettek rá.
Például:

NULL * 0 értéke nem 0, hanem **NULL**.

rendező = NULL értéke nem IGAZ, nem HAMIS, hanem a logikai ISMERETLEN érték

$$\Longrightarrow \text{UN.}$$

Háromértékű logika

	$\neg$
I	H
H	I
UN	UN

$\vee$	I	H	UN
I	I	I	I
H	I	H	UN
UN	I	UN	UN

$\wedge$	I	H	UN
I	I	H	UN
H	H	H	H
UN	UN	H	UN

Tehát egy állítás nem csak igaz vagy hamis lehet, hanem „ismeretlen” is és egy WHERE-beli állításnál természetesen csak az számit találatnak, ha igaz az állítás, az „ismeretlen” nem lesz jó.

Furán viselkedik ez a logika:

SELECT moziID, filmID
FROM vetít
WHERE idő>”12:00” OR idő <=”12:00”

Az lenne jó, ha ez minden filmet felsorol, de sajnos aminek nincs ideje, azt nem sorolja fel.

$\Longrightarrow A \vee \neg A \neq I$ a háromértékű logikában, azaz nem teljesül az, amit megszoktunk, hogy vagy az állítás vagy a tagadása igaz lesz.

Háromértékű logika

Hasonlóan: egy mező értéke nem hasonlítható össze a szokásos módon a **NULL** értékkel (mivel **NULL** nem egy konstans).
Erre az **IS NULL**, illetve az **IS NOT NULL** használatosak.
Példa 20: Azon filmek címe és rendezője, melyeknek ismerjük a rendezőjét.

```
SELECT cím, rendező FROM film WHERE rendező IS NOT NULL
```

Relációk összekapcsolása (join) SQL2-ben

A következőkben ismertetett nyelvi elemek egy része csak szintaktikai édesítőszer, kifejezhető a
SELECT <attribútumok> FROM R, S WHERE <feltételek> (*)
segítségével.
Relációk összekapcsolásakor meg kell adni az összekapcsolás módját (belső vagy külső) és a sorok összekapcsolásának feltételét.

Az összekapcsolás módja

- **Belső összekapcsolás** (mint $\bowtie$-nél): **R INNER JOIN S**
  R-nek és S-nek csak azon sorai kerülnek az eredményrelációba, melyekhez van kapcsolódó sor S-ben, illetve R-ben (azaz a másik relációban). (Az, hogy mikor kapcsolódó két sor, az majd a kapcsolódás feltételeinél derül ki.)
- **Bal oldali külső összekapcsolás** (mint $\overset{\subset}{\bowtie}$-nél): **R LEFT [OUTER] JOIN S**
  R-nek azon sorai is bekerülnek az eredményrelációba, melyekhez nem kapcsolódik S-beli sor.
  Ezekben a csak S-ben szereplő mezők **NULL** értéket kapnak.
- **Jobb oldali külső összekapcsolás** (mint $\overset{\supset}{\bowtie}$-nél): **R RIGHT [OUTER] JOIN S**
  Mint a LEFT OUTER JOIN, de R és S szerepe megcserélődik.
- **Teljes külső összekapcsolás** (mint $\overset{\subset\supset}{\bowtie}$-nél): **R FULL [OUTER] JOIN S**
  Mind R, mind S azon sorai is bekerülnek az eredményrelációba, melyekhez nem kapcsolódik sor a másik relációból. (MySQL-ben nincs)
  Az ezáltal üresen maradó mezők itt is **NULL** értéket kapnak.

A direkt szorzat létrehozására az R CROSS JOIN S alak használható, ilyenkor nincs feltétele a sorok összekapcsolásának.
Ez az alapértelmezés, (,) használatakor ilyen illesztés történik.

A sorok összekapcsolásának feltételei

- **Természetes illesztés: R NATURAL [INNER | LEFT | RIGHT | FULL] JOIN S**
  R és S azon sorai illesztődnek, ahol az azonos nevű attribútumok értéke is megegyezik.
  Ez az alapértelmezés.
- **Illesztés azonos nevű attribútumokkal: R [INNER | LEFT | RIGHT | FULL] JOIN S USING (<attribútumok>)**
  R és S azon sorai illesztődnek, ahol az azonos nevű és <attribútumok>-ban felsorolt attribútumok értéke is megegyezik.
- **Illesztés tetszőleges feltétellel (θ-join): R [INNER | LEFT | RIGHT | FULL] JOIN S ON (<feltétel>)**
  R és S azon sorai illesztődnek, melyek attribútumai eleget tesznek a megadott feltételnek.

Példák relációk összekapcsolására

Példa 21: Kusturica vetített filmjei és vetítési időpontjaik
SELECT cím, nap, idő FROM film INNER JOIN vetít ON rendező='E. Kusturica' AND film.filmID=vetít.filmID
Példa 22: Kusturica összes filmje és vetítési időpontjaik (ha van)
SELECT cím, nap, idő FROM film LEFT OUTER JOIN vetít ON rendező='E. Kusturica' AND film.filmID=vetít.filmID
Példa 23: Vetített filmek címe, rendezője és vetítési időpontjaik
SELECT cím, rendező, nap, idő FROM film NATURAL INNER JOIN vetít
Példa 24: ugyanez USING használatával
SELECT cím, rendező, nap, idő FROM film INNER JOIN vetít USING (filmID)
Példa 25: Összes film címe, rendezője és vetítési időpontja (ha van)
SELECT cím, rendező, nap, idő FROM film NATURAL LEFT OUTER JOIN vetít
Példa 26: Az összes film-mozi pár
SELECT * FROM film CROSS JOIN mozi

DML utasítások — INSERT

Sorokat a relációba az INSERT utasítással szúrhatunk be.

Szintakszis: INSERT INTO <reláció> (<attrib$_1$>, . . . , <attrib$_n$>) VALUES (<érték$_1$>, . . . , <érték$_n$>)

Hatása: a <reláció> relációba egy új sor kerül, amiben <attrib$_1$> attribútum értéke <érték$_1$>, stb. A nem meghatározott értékű attribútumok a reláció létrehozásakor az attribútumhoz rendelt alapértelmezett értéket veszik fel.

Példa 27: Egy új film felvétele

INSERT INTO film (cím, rendező) VALUES ('Egy csodálatos elme', 'Ron Howard')

Megjegyzés:

- a filmID mező az alapértelmezett értékét kapja, de egy trigger (később lesz) segítségével akár automatikusan növekvő számozást is létrehozhatunk.
- Ha az összes attribútum értékét megadjuk, akkor nem kell őket felsorolni, ebben az esetben a beadott értékek a default attribútumsorrend szerint lesznek hozzárendelve az attribútumokhoz)
- a beszúrt adatokat egy alkérdésből is vehetjük:
  Ha van egy filmregi(filmID, cím, rendező) tábla és azokat az adatokat szeretnénk átvinni a film táblába, amik ott nem szerepelnek:

```
INSERT INTO film
        SELECT filmregi.filmID, filmregi.cím, filmregi.rendező
        FROM filmregi
        WHERE filmregi.filmID NOT IN
                (SELECT filmID FROM film)
```

DML utasítások — UPDATE

Sorokat a relációban az UPDATE utasítással módosíthatunk.
Szintakszis: UPDATE <reláció> SET <attrib$_1$>=<érték$_1$>, . . . , <attrib$_n$>=<érték$_n$> WHERE <feltétel>
Hatása: a <reláció> reláció minden sorában, amelyik illeszkedik a <feltétel> feltételre <attrib$_i$> értéke <érték$_i$> lesz.
Példa 28: Az előbb beszúrt rendező nevének átírása rövidített alakba
UPDATE film SET rendező='R. Howard' WHERE rendező='Ron Howard'

DML utasítások — DELETE

Sorokat egy relációból a DELETE utasítással törölhetünk.
Szintakszis: DELETE FROM <reláció> WHERE <feltétel>
Hatása: a <reláció> reláció feltételre illeszkedő sorait törli.
Megjegyzés: a WHERE <feltétel> rész elhagyása esetén a reláció összes sorát törli.
Példa 29: Azon filmek törlése, amiknek a rendezője E. K. monogrammú
DELETE FROM film WHERE rendező LIKE 'E.% K%'

SQL Data Definition Language

- Séma létrehozása
- Séma törlése
- Séma módosítása
- Indexek létrehozása és kezelése (az indexekről később lesz szó részletesen)
- Nézetek létrehozása
- Kényszerek létrehozása
- Triggerek (kicsit)

A triggerek már az SQL3-hoz tartoznak, a triggerek segítségével az adatbázis valamely változásakor egy tárolt eljárást hajthatunk végre. Itt fogunk beszélni a rekurzióról is, mert az is SQL3-as dolog, de az lekérdezés és nem DDL, a segítségével egy reláció tranzitív lezárását lehet kiszámolni rekurzívan.

Relációk létrehozása

Relációk létrehozására a **CREATE TABLE** használandó.
Minden attribútumnak típust és a reláción belül egyedi nevet kell adni.
Szükség esetén megadható alapértelmezett érték is (**DEFAULT** kulcsszóval), melyeket az attribútum azon sorokban vesz fel, ahol a beszúráskor nem adtuk meg a konkrét értékét.
Lehetőség van arra is, hogy kényszereket definiáljunk az attribútumokra (pl. attribútum nem **NULL**, elsődleges kulcs, idegen kulcs, stb.), ezekről később lesz szó.
Szintakszis:
CREATE TABLE <relációnév> (
<attrib$_1$> <adattípus$_1$> [DEFAULT <érték>], . . .
<attrib$_n$> <adattípus$_n$> [DEFAULT <érték>]
)

Példa 30: Film reláció létrehozása

```
CREATE TABLE film(
   filmID number(5),
   cím varchar(50),
   rendező char(30),
   év number(4),
   hossz number(3) DEFAULT 90)
```

A lehetséges adattípusok függenek az adatbáziskezelőtől.

A főbb típusok:

char(n)	*n* hosszú karaktersorozat
varchar(n)	maximum *n* hosszú karaktersorozat
number(n,m)	*n* hosszú, *m* tizedesjegyű szám
date	dátum

Relációk törlése, módosítása

Relációk törlésére a **DROP TABLE** használandó.
Szintaxis: DROP TABLE <relációnév>
Példa 31: Film reláció törlése :-(
DROP TABLE film
Relációk módosítására az **ALTER TABLE** használandó.
Lehetőség van új attribútum definiálására (**ADD**), attribútum törlésére (**DROP**), attribútum adattípusának módosítására (**MODIFY**), kényszerek módosítására, alapértelmezett érték megadására.
Mindezek csak a jelenlegi adatokkal konzisztensen végezhetők el.
Például nem törölhető olyan attribútum, amire még van hivatkozás.
Szintaxis: ALTER TABLE <relációnév> <opciók>
Példa 32: Vetít relációhoz helyár hozzáadása
ALTER TABLE vetít ADD helyár number(4)
Példa 33: Mozi relációból a város eltávolítása
ALTER TABLE mozi DROP város
Példa 34: Ha a helyárakat ezentúl dollárban számoljuk . . .
ALTER TABLE vetít MODIFY helyár number(4,2)

Indexek

Egy reláció bizonyos attribútumaira indexet készíttethetünk: ez egy adatszerkezetet jelent, ami olyan sorok gyors keresését teszi lehetővé amelyek az adott attribútumokon valami adott értékeket vesznek fel.
SQL2-nek sem része, de gyakori, ezért tanuljuk.
Szintaxis: CREATE INDEX <indexnév> ON <relációnév>(attribútumok listája)

Példa 35: index a filmcím, rendező párra
CREATE INDEX cím-rend ON film(cím, rendező)

Ha meguntuk, el lehet dobni: DROP INDEX cím-rend

- előny: gyors keresés lehetséges az index segítségével
- hátrány: az adatszerkezetet karban kell tartani, így lassítja a beszúrást, törlést, módosítást
- az a fontos, hogy miből van több, módosításból vagy lekérdezésből?
- néha a rendszer magától létrehoz indexet (lásd kulcsok)

Nézetek létrehozása

„Permanensen létező”, származtatott relációt hoz létre, amire hivatkozhatunk lekérdezésekkor is.

Szintaxis: CREATE VIEW <új reláció neve> AS <lekérdezés>

Nézetek létrehozása

Példa 36: Csináljunk egy nézetet Almodovar filmjeiből

```
CREATE VIEW Almodovarfilm AS
    SELECT filmID, cím
    FROM film
    WHERE rendező='P. Almodovar'
```

- A VIEW-val létrehozott reláció aszerint változik, ahogyan a film tábla változik (a nézettábla nem lesz alapreláció, nem olyan, mintha CREATE TABLE-vel csináltam volna és utána feltöltöttem volna adatokkal)
- de változtathatók az adatok korlátozottan a nézettáblán keresztül is
- Lekérdezésben használható, ugyanúgy ahogy az alaprelációk:
  Példa 37: Milyen Almodovar filmeket vetítenek most?
  `SELECT cím FROM Almodovarfilm NATURAL INNER JOIN vetít`
- Egy ilyen kérdés kiértékelésekor az Almodovarfilm nézettábla helyére a lekérdezésfeldolgozó berakja az őt definiáló SELECT-et
- Lehet új attribútumnevet adni a nézettáblában

Megszüntetése: `DROP VIEW Almodovarfilm`

Ezután már nem lehet olyan lekérdezést írni, amiben ez szerepel.

Nézet helyett új tábla létrehozása

Permanensen létező, relációt hoz létre, amire természetesen hivatkozhatunk lekérdezésekkor is.

Szintaxis: CREATE TABLE <új reláció neve> AS <lekérdezés>

Nézet helyett új tábla létrehozása

Példa 38: Csináljunk egy új táblát Almodovar filmjeiből

```
CREATE TABLE Almodovarfilm AS
    SELECT filmID, cím
    FROM film
    WHERE rendező='P. Almodovar'
```

- Az így létrehozott reláció független a film relációtól, teljesen új alapreláció lesz. Ha a film reláció adatai megváltoznak, attól az új reláció adatai nem.
- Pl. ez jó archiválásnak.

Ideiglenes táblák létrehozása

Csak az adott session alatt létező, származtatott relációt hoz létre, amire hivatkozhatunk lekérdezésekkor is.

Szintaxis: CREATE TEMPTORARY TABLE <új reláció neve> AS <lekérdezés>

Ideiglenes táblák létrehozása

Példa 39: Csináljunk egy nézetet Almodovar filmjeiből

```
CREATE TEMPTORARY TABLE Almodovarfilm AS
    SELECT filmID, cím
    FROM film
    WHERE rendező='P. Almodovar'
```

- Az így létrehozott reláció független a film relációtól, új reláció lesz. Ha a film reláció adatai megváltoznak, attól az ideiglenes reláció adatai nem.
- A memóriában (vagy cache-ben) tárolódik.
- Lekérdezésben használható, ugyanúgy ahogy az alaprelációk, de csak abban a sessionban.
- Az adatok megváltoztathatóak benne, függetlenül az eredeti táblától.

Kényszerek

Kényszerek csoportosítása

Kényszer típusa szerint

- Elsődleges kulcs (**PRIMARY KEY**)
- Egyértékűségi megszorítások (**UNIQUE**)
- Hivatkozási épség, idegen kulcs (**FOREIGN KEY**)
- NULL érték tiltása (**NOT NULL**)
- Értékkészlet (**CHECK**) (MySQL-ben nincs!)
  - attribútumra vonatkozó feltétel
  - sorra vonatkozó feltétel
  - globális feltétel

Elsődleges kulcs, egyediség

Attribútum(ok) elsődleges kulccsá tétele: **PRIMARY KEY**
Attribútum(ok) egyediségének megkövetelése: **UNIQUE**
Mindkét esetben az adott attribútumoknak egyértelműen azonosítaniuk kell a sort.
Különbség: PRIMARY KEY csak egy lehet, idegen kulcs csak erre hivatkozhat, sok rendszer automatikusan indexet hoz rá létre.
Szintaxis:

a tábla létrehozásakor, az attribútum definíciójában:

<attribútum> <típus> { PRIMARY KEY | UNIQUE }

relációdefiníción belül, önállóan, külön sorban:

{ PRIMARY KEY | UNIQUE } (<attrib$_1$>,. . . ,<attrib$_k$>)

Ilyenkor (<attrib$_1$>, . . . ,<attrib$_k$>) együtt a kulcs. Ha egy kulcs több attribútumból áll, akkor csak így lehet megadni.
A kulcsfeltételeket a rendszer minden beszúrás és módosítás előtt ellenőrzi, ezért van automatikusan index rájuk. És persze emiatt óvatosan kell a kulcsok megadásával bánni, mert nagyon lelassíthatják az adatmódosításokat.

Idegen kulcs

A hivatkozási épség fő eszköze az SQL-ben.
Másik reláció elsődleges kulcsára hivatkozás. Kulcsszavak: **FOREIGN KEY, REFERENCES**
Szintaxis:

attribútum definíciójában:

<attribútum> <típus> REFERENCES <hivatkozott reláció>(<hivatkozott attribútum>)

relációdefiníción belül, önállóan, külön sorban:

FOREIGN KEY <attribútumok>
REFERENCES <hivatkozott reláció>(<hivatkozott attribútumok>)

A **FOREIGN KEY** kulcsszó után álló attribútumokat nevezzük **idegen kulcsoknak**.
A fenti deklaráció jelentése: ha létezik egy sor a relációban, ahol az idegen kulcsban levő attribútumok valami adott értékeket vesznek fel, akkor léteznie kell a hivatkozott relációban is egy olyan sornak, ahol a hivatkozott attribútumok értékei ugyanezek.
Kell, hogy a hivatkozott attribútumok elsődleges kulcsot alkossanak a hivatkozott relációban.
Az idegen kulcs deklarálása után záradékban megadható, mi történjen, ha a hivatkozott mező megváltozik, törlődik, illetve ha a hivatkozó mező megváltozna.
Lehetőség van a változás/törlés megtiltására vagy a hivatkozó mező kijavítására is.

NULLitás

A **NOT NULL** kulcsszóval megtilthatjuk egy attribútum esetében a **NULL** (ismeretlen, nem létező) érték megadását.
Ezt használva mindenképpen valamilyen érték kerül az attribútum valamennyi sorába, ezért csak kötelezően megadandó attribútumok esetén használjuk!
Szintaxis: az attribútum definíciójában:
<attribútum> <típus> NOT NULL

Értékkészlet meghatározása

Attribútum által felvehető értékek halmazát a **CHECK** kulcsszóval korlátozhatjuk.
(MySQL-ben nincs!)
Szintaxis:

attribútumra vonatkozó feltétel: <attribútum> <típus> CHECK (<feltétel>)
sorra vonatkozó feltétel, relációdefinícióban: CHECK (<feltétel>)
több relációra vonatkozó globális feltétel:

CREATE ASSERTION <kényszernév> CHECK(<feltétel>)

Tipikus attribútumra vonatkozó feltételek lehetnek:

értékkészlet felsorolása: <attribútum> IN (<érték1>, . . . , <értékn>)
intervallum megadása: <attribútum> BETWEEN <alsó határ> AND <felső határ>

De bármi állhat itt, ami WHERE után szerepelhet, akár alkérdés is.
Például a vetít tábla létrehozásakor beírhatunk egy ilyen sort:
CHECK (filmID IN (SELECT film.filmID FROM film))

Ebben az esetben a vetít tábla minden egyes változásakor leellenőrizzük, hogy létezik-e a megfelelő film a film táblában.

Baj ezzel: csak akkor ellenőrzi, ha a vetít táblával történik valami, azt simán hagyja, hogy a film táblából töröljek, pedig ilyenkor is elromolhat.

Erre megoldás az **ASSERTION**:

```
CREATE ASSERTION vetít-film CHECK (
                    vetít.filmID IN (SELECT film.filmID FROM film) )
```

Ezt a rendszer minden olyan alkalommal ellenőrzi, ha vagy a vetít vagy a film változik.

Megjegyzések:

a kényszerek a **CONSTRAINT** kulcsszó segítségével elnevezhetőek (a PRIMARY KEY, CHECK elé írva)

új kényszer hozzáadására, meglévő törlésére az ALTER TABLE . . . {ADD | DROP} CONSTRAINT ad lehetőséget.

Példák kényszerekre

A film és a vetít relációk kényszerekkel kiegészített létrehozása:

```
CREATE TABLE film(
   filmID number(5) PRIMARY KEY,
   cím varchar(50) NOT NULL,
   rendező char(30) NOT NULL,
   év number(4) CHECK (év >= 1900),
   hossz number(3) DEFAULT 90 CHECK (hossz BETWEEN 1 AND 300),
   szinkronizált char(1) DEFAULT 'N' CHECK (szinkronizált IN ('I','N')),
   UNIQUE(cím, rendező)
)
CREATE TABLE vetít(
   filmID number(5) REFERENCES film(filmID),
   moziID number(3) REFERENCES mozi(moziID),
   nap char(9),
   idő char(5) NOT NULL,
   CHECK (nap IN ('hétfő', 'kedd', 'szerda', 'csütörtök', 'péntek', 'szombat', 'vasárnap'))
)
```

Triggerek

Triggerek

SQL2: mindenféle, elég összetett CHECK feltételek, de a rendszerbe bele van építve, hogy mikor kell ellenőriznie valami feltételt

SQL3-as szemlélet: lehetőség van arra, hogy mi mondjuk meg, mikor legyen ellenőrzés

Trigger:

- Mikor legyen ellenőrzés (adott relációba való beszúráskor, törléskor, módosításkor, tranzakció végén)
- Mi legyen a feltétel, amit ekkor ellenőrzünk?
- Ha a feltétel teljesül, akkor mit csináljunk? (akadályozzunk meg valamit, csináljunk vissza valamit, vagy bármi más)

Paraméternek adható meg, hogy a kiváltó esemény előtt/helyett/után történjen a cselekvés és még sok más is.

Példa triggerre

Séma: GyártásIrányító(név, cím, azonosító, nettóBevétel)

```
CREATE TRIGGER NetBevétTrigger
AFTER UPDATE OF nettóBevétel ON GyártásIrányító
REFERENCING
OLD AS RégiSor
NEW AS Újsor
WHEN (RégiSor.nettóBevétel > Újsor.nettóBevétel)
SET nettóBevétel=Régisor.nettóBevétel
WHERE azonosító=Újsor.azonosító
FOR EACH ROW
```

$\Longrightarrow$ Ha valakinek csökkenne a bevétele, nem hagyjuk!

Rekurzió

SQL3-as dolog, ideiglenes elképzelés

Lekérdezés és nem DDL (csak úgy kerül ide, hogy ez is SQL3)

Példa: Van egy Járat(honnan, hova) táblánk, amiben azt tároljuk, hogy mely városokból hova mennek közvetlenül gépek. Határozzuk meg ennek a relációnak a tranzitív lezártját, azaz egy olyan Eljut(honnan, hova) relációt szeretnénk, amelyben két város akkor szerepel együtt, ha el lehet az egyikből a másikba jutni valahány átszállással.

Ez relációs algebrában nem kifejezhető, de SQL3-ban igen.

```
WITH RECURSIVE Eljut(honnan, hova) AS
        (SELECT honnan, hova FROM Járat)
        UNION
        (SELECT Eljut AS R1, Eljut AS R2
                WHERE R1.hova = R2.honnan)
SELECT * FROM Eljut
```

Nem lehet bármi a rekurzív definícióban, pl. negációval óvatosan $\Longrightarrow$ nem biztonságos kifejezés