

Adatbázisrendszerek
11. előadás: Objektum-orientáltság
adatbázisokban
Objektumorientált és objektum-relációs adatbázisok

2024. május 16.



**DEBRECENI EGYETEM
INFORMATIKAI KAR**





11. előadás: Objektum- orientáltság adatbázisok- ban

Bevezetés

OO
adatbázisok

OO
alfogalmak

Objektum-
relációs
adatbázisok

- Bevezetés
- Objektumorientált adatbázisok
- Az ODMG (Object Database Management Group) szerepe
- OO alapfogalmak
- Az SQL objektumorientált kiterjesztései: objektum-relációs adatbázisok



Hagyományos adatmodellek melyek sikeresek voltak a tradicionális alkalmazásoknál:

- Hierarchikus
- Hálózati (a 60's évek közepe óta)
- Relációs (1970 óta illetve 1982 óta)

Objektumorientált (OO) adatmodellek 90's évek közepétől. Az objektumorientált adatbázisok létrehozásának okai:

- Növekvő igény a komplex adatbázis alkalmazások iránt, pl. CAD/CAM, CIM, tudományos, telekom, GIS, multimédia
- Komplexebb struktúrájú objektumok: összetett tranzakciók, új adattípusok (képek, filmek, nagy szöveges állományok), nem-standard alkalmazás-generált műveletek
- Igény arra, hogy kezelni tudjunk tetszőleges adattípust a hagyományos lekérdező nyelvek megtartásával
- OO programozási nyelvek elterjedése melyekkel a hagyományos adatbázis rendszerek nehézkesen működtek



Fő jellemző és előny: a tervező specifikálni tudja mind a sokszorosan összetett objektumok szerkezetét, mind az ezeken az objektumokon alkalmazható műveleteket.

- **Object Databases (O(O)DB):** Objektum-orientált adatbázisok
- **Object Database Management Systems (OD(B)MS):** Objektum-orientált adatbázis-kezelő rendszerek
- **Objektum-relációs** rendszerek (ORDBMS): a tradicionális RDBMS-ek OO szemlélettel való bővítései (Oracle), SQL 2008 szabvány (először mint SQL/Object majd az SQL/Foundation része)
- **Szabványosítás** az ODMG (Object Database Management Group) konzorcium keretében: ODMG 3.0 szabvány
- **Tisztán OO** rendszerek. Prototípusok: ORION, OpenOODB, IRIS (HP), ODE. Üzleti rendszerek: GEMSTONE/S Object server, ONTOS DB, Objectivity/DB, Versant Object Database, ObjectStore, Ardent



- Objektum-orientált (OO) szó eredete az OO programozási nyelvekre vezethető vissza
- **Objektum azonosító (OID)** fogalma
- Az **osztály** fogalmának bevezetése, egy objektum belső adatstruktúrájának leírása egy osztály deklarációban
- **Absztrakt adattípus** (absztrakt adatobjektum) fogalmának bevezetése: objektum szerkezete és típus konstruktorok
- A műveletek **egységbezárása** (encapsulation), a belső adatstruktúra elrejtése, az alkalmazható külső műveletek, metódusok meghatározása
- Perzisztencia (állandóság) és tranziencia (ideiglenesség)
- Típus vagy osztály **hierarchia** és **öröklődés**
- Hibrid OO programozási nyelvek: C++



- Két komponense van: **állapot** (tulajdonság, érték) és **viselkedés** (művelet)
- „Hasonló” a program változójához kivéve, hogy összetett adatstruktúra is lehet és a programozó speciális műveleteket definiálhat rajta.
- Az objektumok az OO programozási nyelvekben **tranziensek** (átmenetiek), a futás befejeztével törlődnek.
- Az objektumok az O(R)DMS-ekben **perzisztensek** (állandóak), eltárolódnak, később kinyerhetők és megoszthatóak más programokkal.
- Egy O(R)DMS általában több OO programnyelvhez kapcsolódik állandó és osztott objektumokat szolgáltatva számukra.



- Direkt kapcsolat a valós világ és az adatbázis objektumai között az állandó (megváltozhatatlan) objektum azonosító (OID) révén.
- Tetszőlegesen összetett szerkezetű objektum megengedett (minden az objektummal kapcsolatos információ tárolható, míg a relációs adatbázisokban az információ sok relációban szóródik szét).
- **Példányváltozók** (instance variables): azon értékeket hordozzák, melyek az objektum belső állapotát írják le. Hasonló a relációs modell attribútumához kivéve, hogy a külső felhasználók számára nem láthatóak.
- **Teljes egységbezárás**: minden a felhasználók által használható műveletnek előre definiálnak kell lenni. (Túl szigorú, pl. a lekérdezésekhez tudni kell az attribútum neveket, az ad-hoc lekérdezéseket nehéz specifikálni.)



- Az egységbezárás támogatására a műveletek két részből állnak: **interfész** (szignatúra) és **metódus** (törzs). Az első a művelet nevét és paramétereit írja le, a második a művelet implementációját specifikálja.
- Típusok és osztályok hierarchiája és öröklődése: típusok és osztályok inkrementális létrehozása, újrahasznosítás
- Reláció-kezelés: az egységbezárás miatt ez elrejtésre került a külső felhasználók számára (korai rendszerek problémája), az ODMG szabvány ezt megoldotta a bináris kapcsolatok explicit megjelenítésével, **inverz hivatkozási párral**
- Verzió-kezelés: egy objektumnak időbeni története van, ennek a nyomkövetése. Sémaevolúció (ld. ALTER TABLE)



11. előadás: Objektum- orientáltság adatbázisok- ban

Bevezetés

OO
adatbázisok

OO
alapfogalmak

Objektum-
relációk
adatbázisok

- Művelet **túlterhelés** (operator overloading): ugyanaz a művelet többféle típusú objektumon is végrehajtható, a művelet nevéhez több különböző implementáció tartozik attól függően, hogy milyen objektumra kívánjuk alkalmazni. (operátor polimorfizmus – polymorphism)
- **Késői kötés**: a futás során kapcsolódik össze a művelet neve és a megfelelő implementáció.



- Az O(R)DMS-ekben az objektumok és a literálok (OID nélküli értékek) tetszőleges összetettséggű típus szerkezettel bírhatnak, amely az összes szükséges információt tartalmazza.
- A hagyományos adatbázis rendszerekben az összetett objektumokkal kapcsolatos információk sok relációra illetve rekordra szóródnak szét elvesztve így sokszor a direkt kapcsolatot a valós világ objektumai és azok adatbázisbeli reprezentációi között.
- OO databázisokban egy összetett objektum állapota más objektumok alapján határozódik meg ún. **típus konstruktorok** segítségével.
- Alapvető típus konstruktorok: atom, rekord (struct, tuple), kollekció (több-értékű).
- További konstruktorok a kollekción belül: halmaz (set), lista (list), zsák (bag), tömb (array), szótár (dictionary).



- Cél: absztrakt adattípusok kezelése, információ-elrejtés (szemben a tradicionális relációs modellel, ahol minden reláció összes attribútumával együtt látható a felhasználók és külső programok számára).
- Egy objektumtípust viselkedésének leírásával definiálunk, melyet az objektumtípushoz külső hozzáférést biztosító műveleteken alapulnak.
- **Műveletek**: objektumok létrehozása, törlése, állapotának módosítása, egyes részeihez való hozzáférés biztosítása ill. ezek kombinációi.
- Műveletek felépítése: **interfész (szignatúra)** mely a műveletek nevét és paramétereit definiálja (látható), **implementáció (metódus)** az objektum belső adatszerkezetét és az eléréséhez szükséges műveletek leírását tartalmazza (rejtett).
- **Teljes egységbezárás**: túl erős követelmény, általában az objektumok szerkezetét két részre, látható és rejtett attribútumokra osztjuk.



- Általában nem minden objektumtípus lesz állandó (perzisztens) egy adatbázisban, ezt külön biztosítani kell.
- Az állandóság biztosítása: **elnevezési mechanizmussal** vagy **elérhetőséggel** történik.
- Elnevezési mechanizmus: egyértelmű és állandó nevet ad egy objektumnak, mellyel hivatkozhatunk rá külső programokból (belépési pont).
- Elérhetőségi mechanizmus: segítségével perzisztens objektumokból érhetünk el további objektumokat (így elég kevés számú perzisztens objektumot definiálnunk).
- Egy B objektum **elérhető** az A objektumból ha az objektum gráfban hivatkozások (élek) egy sorozata vezet A -ból B -be.
- Az OSSZES_HALLGATO objektum az HALLGATO osztály **extentje**, amely minden HALLGATO típusú objektumot perzisztenssé tesz.



- Számos objektumot szeretnénk kezelni lehetőleg minél egyszerűbben.
- Ennek módja új típusok létrehozása korábbiakból.
- **Típus:** (név, attribútumok, műveletek)
- **Függvények:** attribútumok (példányváltozók), műveletek.
Attribútum: argumentum nélküli függvény
- **TYPE_NAME:** function, . . . , function
Példa: SZEMÉLY: Név, Cím, Szül_dátum, Kor, Szs
ahol a Kor művelet, amellyel az életkort számolhatjuk ki, a többi pedig attribútum.
- **Szubtípus** (altípus): egy olyan új típus, amely egy már definiált típus összes függvényét tartalmazza.
- **Szupertípus** (szülőtípus): az a típus, amelyből a szubtípust származtattuk.



SZEMÉLY: Név, Cím, Szül_dátum, Kor, Szsx (definiált típus)
Tegyük fel, hogy az alábbi új típusokat szeretnénk definiálni:

DOLGOZÓ: Név, Cím, Szül_dátum, Kor, Szsx, Fizetés,
Alk_kezdet, Beosztás

HALLGATÓ: Név, Cím, Szül_dátum, Kor, Szsx, Szak,
Tan_átlag

Mivel mindkettő tartalmazza a SZEMÉLY típus összes
függvényét, így annak altípusaként definiálhatóak:

DOLGOZÓ subtype-of SZEMÉLY: Fizetés, Alk_kezdet,
Beosztás

HALLGATÓ subtype-of SZEMÉLY: Szak, Tan_átlag

A DOLGOZÓ altípus tárolt attribútumokként tartalmazza a
Fizetés, Alk_kezdet és Beosztás attribútumokat. A

HALLGATÓ altípus tárolt attribútuma a Szak, míg a Tan_átlag
műveletként implementálható.



- Típus hierarchia: az összes szuper/szub típus kapcsolat rendszere
- Átnevezés: hierarchia révén származtatott függvények átnevezése
- Permanens és tranziens kollekciók
- **Többszörös öröklődés**: akkor beszélünk róla ha egy altípus kettő vagy több típus altípusa és így értelemszerűen örökli mindkettő vagy az összes függvényét (attribútumait és metódusait).
- **Szelektív öröklődés**: amikor egy altípus csak egy típus bizonyos függvényeit örökli, amelyeket nem, azokat az EXPECT klózzal jelezzük



- Ugyanolyan típusú objektumok egy kollekciója
- A cél az, hogy az objektumainkat állandóvá tegyük
- Általában az összes azonos típusú objektum szerepel a típushoz tartozó extentben
- Object: minden objektumot tartalmazó extent
- Megszorítás az extenteken, hogy legyenek kompatibilisek a típus hierarchiával, azaz az altípus extentje legyen része a szubtípus extentjének.

```
define class HALLGATO_CSOPORT type set(HALLGATO);  
  operations add_hallgato(d: HALLGATO): boolean; (új hallgató)  
              remove_hallgato(d: HALLGATO): boolean; (hallgató törlése)  
              create_hallgato_csoport: HALLGATO_CSOPORT; (új hallgató  
csoport létrehozása)  
              destroy_hallgato_csoport: boolean; (hallgató csoport megszüntetése)  
end HALLGATO_CSOPORT;  
persistent name OSSZES_HALLGATO: HALLGATO_CSOPORT;  
d:=create_hallgato; (új hallgató létrehozása a d változóban)  
b:=OSSZES_HALLGATO.add_hallgato(d); (d perzisztenssé tétele)
```




SQL:2008 szabvány: a tradicionális RDBMS-ek OO szemlélettel való bővítése (pl. Oracle, MS SQL Server).

A következő objektumorientált jellemzőkkel bővült az SQL:

- **Típus konstruktorok** melyekkel összetett objektumokat hozhatunk létre. Például:
 - rekord (*row type*), mely megfelel a rekord (tuple, struct) konstruktornak
 - tömb (*array type*), mellyel kollekciókat hozhatunk létre
 - a további kollekció típusokkal, ld. halmaz, lista, zsák, később bővült a szabvány
- Objektumok **azonosítását** biztosító mechanizmus a *reference type* segítségével.
- Műveletek **egységbezárása** a felhasználó által defniált típusokon (UDT). A felhasználó által definiált eljárás (UDR) szintén megjelenik.
- **Öröklődési mechanizmus** az UNDER kulcsszó segítségével.



Az SQL által nyújtott **felhasználó által definiált típus** (UDT: user-defined type) célja:

- összetett szerkezetű (a relációs modell rekordjainál bonyolultabb) objektumok létrehozása
- egy típus deklarációjának elválasztása a tábla (reláció) létrehozásától
- rekord típusú konstruktor a **ROW** kulcsszóval rekord típusú attribútumok létrehozására
- 4-féle kollekció típus: **ARRAY** (a kezdeti specifikációban csak ez volt), **MULTISET**, **LIST** és **SET**

Egy UDT létrehozásának módja:

CREATE TYPE típus_neve AS (komponensek deklarációja)



- Objektumok azonosítása egyértelmű, rendszer által generált OID-vel referencia típus útján:
REF IS SYSTEM GENERATED
Emellett használható a relációs modell hagyományos kulcsa is.
- A példányosítható (**INSTANTIABLE** kulcsszó) UDT-khez táblákat (relációkat) is létrehozhatunk.
- Az UDT-khez műveleteket (metódusokat) is definiálhatunk:
CREATE TYPE típusnév (
 <attribútumok listája a típusaikkal>
 <metódusok (függvények) deklarációi>);
- Attribútumok és műveletek három fajtája:
 - PUBLIC - látható az UDT interfészen
 - PRIVATE - nem látható az UDT interfészen
 - PROTECTED - csak az altípusok számára látható



```
CREATE TYPE SZEMELY_TIPUS AS (  
    NEV VARCHAR (35),  
    NEM CHAR,  
    SZUL_DATUM DATE,  
    LAKCIM CIM_TIPUS  
    INSTANTIABLE  
    NOT FINAL  
    REF IS SYSTEM GENERATED  
    INSTANCE METHOD AGE() RETURNS INTEGER;  
    CREATE INSTANCE METHOD AGE() RETURNS  
    INTEGER  
    FOR SZEMELY_TIPUS  
    BEGIN  
        RETURN /* programkód egy személy életkorának  
        kiszámolására a mai dátumból és a SZUL_DATUM-ból */  
    END; );
```



Lakcím típusát a következőképpen definiáljuk:

```
CREATE TYPE CIM_TIPUS AS (  
    UTCA_CIM ROW (KOZTERULET VARCHAR (10),  
                    NEV VARCHAR (25),  
                    HAZSZAM NUMBER (4),  
                    EMELET NUMBER (2),  
                    AJTO NUMBER (2)),  
    VAROS VARCHAR (25),  
    IR_SZAM NUMBER (4)  
);
```

A kódban szereplő **ROW** kulcsszóval egy összetett rekordot tudunk megadni, amely az utcai címet több komponensből állítja elő. Vegyük észre, hogy ez a típus nem példányosítható hiszen szerepe csupán az, hogy a SZEMELY_TIPUS lakcímét deklarálni tudjuk.



```
CREATE TYPE KURZUS_TIPUS AS (  
    KURZUS_KOD CHAR (8),  
    EV CHAR (4),  
    JEGY CHAR  
  
);  
  
CREATE TYPE HALLGATO_TIPUS UNDER  
SZEMELY_TIPUS AS (  
    SZAK_KOD CHAR (10),  
    NEPTUN_KOD CHAR (6),  
    SZEMESZTER NUMBER (2),  
    KURZUSOK KURZUS_TIPUS ARRAY [100]  
  
INSTANTIABLE  
  
);
```

A HALLGATO altípusa a SZEMELY-nek, viszont már nem lehet neki további altípusa. Egy hallgató által felvett kurzusokat egy 100 elemű tömbben tároljuk. Mindkét típus példányosítható.



Az alább létrehozzuk az egyetemi dolgozók, oktatók és hallgatók tábláját:

```
CREATE TABLE DOLGOZO OF SZEMELY_TIPUS  
REF IS DOLGOZO_ID SYSTEM GENERATED;  
CREATE TABLE HALLGATO OF HALLGATO_TIPUS  
UNDER DOLGOZO;  
CREATE TABLE OKTATO OF OKTATO_TIPUS  
UNDER DOLGOZO;
```

A DOLGOZO tábla egyetemi dolgozókból, mint rekordok, fog állni, amelyek mindegyikének típusa SZEMELY_TIPUS.

Az SQL egy további képessége a táblaöröklődés a szuper/szubtábla kapcsolat útján az UNDER kulcsszó révén. Minden beszúrás (INSERT) a HALLGATO vagy az OKTATO táblákba egyben egy beszúrást jelent a DOLGOZO szupertáblába is. Hasonló igaz a többi DML műveletre is (DELETE, UPDATE).



Az SQL szabályai típus öröklődésre az UNDER kulcsszó alatt:

- A **NOT FINAL** kulcsszót kell használni ha egy UDT-nek további altípusát szeretnénk deklarálni.
- Minden attribútum öröklődik.
- A szupertípusok sorrendje az UNDER kulcsszó után határozza meg az öröklődési sorrendet.
- Egy altípus példánya minden olyan kontextusban használható ahol szupertípusának példánya használható.
- Egy altípus minden a szupertípuson definiált függvényt újradefiniálhat feltéve hogy a szignatúra nem változhat.
- Egy függvény hívásakor a legjobban illeszkedő implementáció kerül alkalmazásra az összes argumentum típusát figyelembe véve.
- Dinamikus kötéskor a paraméterek futáskori típusait veszi figyelembe.