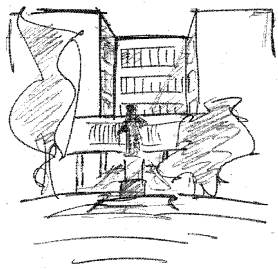


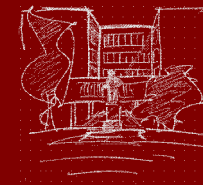
[P273]
Пројектовање база података

3



Саша Малков
Универзитет у Београду
Математички факултет
2023/2024

[P273]
Пројектовање база података
Саша Малков



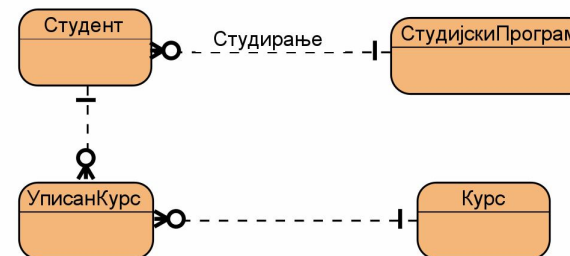
Тема 5
Модел ентитета и односа

Модел ентитета и односа



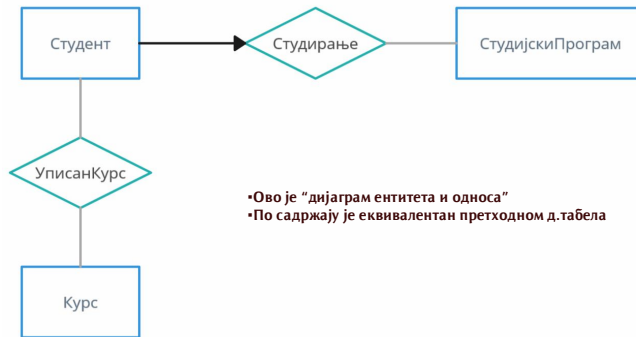
- Предложио га је 1976. године Питер Чен
 - Предлаже се као наредни корак и даље унапређење, после мрежног, хијерархијског и релационог модела
 - “Раг представља модел ентитета и односа, који је најреднији од наведена три модела. Модел ентитета и односа усваја природнији приступ да се стварни свет састоји од ентитета и односа.”
- Основна критика постојећих модела:
 - Не чувају мета информације о ентитетима и односима међу њима
 - “Релациони модел... може да изгуби неке важне семантичке информације о стварном свету.”
 - “Раг користи модел ентитета и односа као оквир из кога могу да се развију ти постојећа модела”

Пример представљања семантике односа



- Овакав дијаграм се често назива “дијаграмом ентитета и односа”
- То је погрешно!!!
- Ово је “дијаграм табела” или “дијаграм релација”
- дијаграмска техника везана за релациони модел података

Пример представљања семантике односа



•Ово је “дијаграм ентитета и односа”
 •По садржају је еквивалентан претходном д.табела

Основне претпоставке

- Модел ентитета и односа препознаје два различита основна концепта:
 - ентитете
 - односе
- Тежи да у самом моделу очува све битне семантичке информације о домену који се моделира

Термини

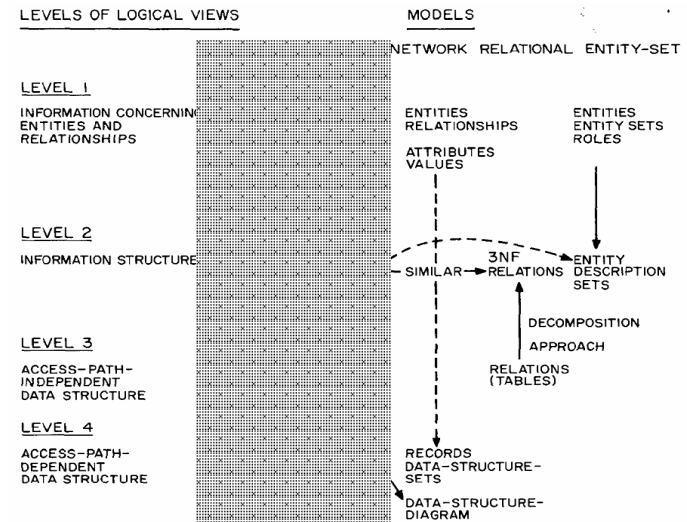
- Пун назив
 - “Entity-Relationship Model”
 - “Модел ентитета и односа”
- Скраћено
 - “ER Model”
 - “ЕР-модел”
 - иако није у духу српског језика
 - било би исправније “модел ЕО”, али би нас мало ко разумео
- Проширени модел ентитета и односа
 - Додају се елементи као:
 - хијерархије
 - агрегације
 - Данас се обично подразумева да се говори о “проширеном моделу ЕО”
 - обично нећемо истицати разлику

Основне претпоставке (2)

- “Препознајемо 4 нивоа погледа на податке:”
 1. “Информације које се тичу ентитета и односа, које постоје у нашем уму”
 - одговара концептуалном моделу, тј. апстрактним семантичким информацијама
 2. “Структуру информација, тј. начин организовања информација у коме се ентитети и односи представљају подацима”
 - одговара логичком моделу, то су структуре података које чувамо у бази података
 3. “Структуре података независне од приступног пута, тј. које на захтевају схеме претраживања, схеме индексирања и сл.”
 - одговара вишем физичком моделу са одређеним нивоом апстракције
 4. “Структуре података које зависе од приступног пута”
 - нижи физички модел, практично без апстракције, имплементација ниског нивоа

Основне претпоставке (3)

- “Мрежни модел се бави првенствено нивоом 4”
 - иако аутори мрежног модела покушавају да зађу и у више нивое
- “Релациони модел се бави првенствено нивоима 2 и 3”
 - релациони модел може да се примењује и за ниво 1
 - али релациони модел не чува довољно семантичких информација
- “Модел ентитета и односа се бави првенствено нивоима 1 и 2”
 - на нивоу 3 се своди на концепт табела, који потиче из рел.модела



EP-модел, ниво 1

Информације о ентитетима и односима

- “Енџиџеџи је ствар која може да се једнозначно идентификује”
 - особа, предузеће, догађај
- “Однос је неко међусобно придруживање ентитета”
 - отац-син, радник-предузеће, студент-ст.програм

EP-модел, ниво 1

Информације о ентитетима и односима

- “Ентитети се класификују у различите *скупове енџиџеџи*.”
 - Сваком скупу ентитета одговара предикат који проверава да ли му неки ентитет припада.
 - Скупови ентитета не морају да буду дисјунктни.”
- “Скупи односа је математичка релација између N ентитета који припадају неким скуповима ентитета, а чији елементи су односи.”
- “Улога ентитета у односу је функција коју он обавља у односу.”
- Приметимо да и “скуп ентитета” и “скуп односа” имају много тога заједничког са концептом релације у релационом моделу
 - као да се ради о две врсте (типа) релација

ER-модел, ниво 1

Информације о ентитетима и односима



- “Информације о ентитетима и односима... се изражавају скупом парова *атрибути-вредности*. Вредности се класификују у *скупове вредности*.”
 - скупови вредности одговарају доменима атрибута
- “*Атрибути* може да се дефинише као функција која пресликава скуп ентитета или скуп односа у скуп вредности или Декартов производ скупова вредности.”
 - и ово веома личи на релациони модел

ER-модел, ниво 2 - Структура информација



- “Примарни кључ”
 - мора да постоји средство за разликовање и једнозначно реферисање елемената скупова ентитета или односа
- “Релације ентитета и односа”
 - скупови ентитета и скупови односа се моделирају релацијама (табелама)

Атрибути



- Атрибути су “елементарни” описи ентитета и односа
- Информације о ентитетима и односима се изражавају у облику скупа атрибута
- Атрибути су парови облика “*име=вредности*”
 - могу да се моделирају попут функција, налик на релациони модел

Атрибути (2)



- Атрибути могу да буду
 - основни
 - представљају тачну слику домена
 - не могу да се изведу из других атрибута
 - дефинисани
 - уведени или измишљени само ради имплементације базе података
 - једном дефинисане вредности се касније не мењају
 - разни идентификатори и сл.
 - изведени
 - могу да се израчунају из других атрибута
 - не би требало да се чувају у бази података



Атрибути (3)

- Атрибути могу да буду
 - **обавезни**
 - сваки појединачан ентитет из неког скупа ентитета има дефинисану вредност атрибута
 - **опциони**
 - не мора сваки ентитет да има дефинисану вредност атрибута
 - еквивалентно проширењу домена атрибута “празним” или “недефинисаним” вредностима
- Концепт опционих атрибута је делимични “кривац” за *NULL*



Слаби и јаки ентитети

- ЕР-модел разликује
 - слабе ентитетске релације
 - у идентификовању ентитета учествују односи са другим ентитетима
 - тј. у пракси у примарном кључу учествује референца на други ентитет
 - обичне (регуларне) ентитетске релације
 - у идентификовању ентитета не учествују односи са другим ентитетима
 - тј. у примарном кључу не учествује референца на други ентитет
 - мада некада то може да буде случај у моделу
 - и слично за релације међу односима



Слаби и јаки ентитети (2)

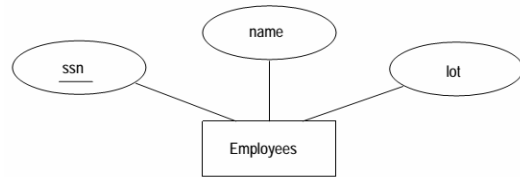
- То обично у литератури прераста у нешто једноставније концепте
 - јаки ентитети
 - идентификују се сами за себе
 - углавном независни од других ентитета у бази
 - њихово постојање није условљено постојањем других ентитета
 - слабе ентитете
 - идентификују се само кроз однос са неким другим ентитетом
 - углавном не постоје самостално, без неких других ентитета
 - обично представљају саставни део или опис неког другог ентитета
- “Слаб ентитет” не значи да је то “мање важан ентитет”
 - нпр. ако примарни кључ ентитета *Студент* чини пар атрибута (ИД факултета, број индекса), онда је *Студент* “слаб ентитет”
 - идентификован је (макар делимично) односом са ентитетом *Факултет*
 - одговара концепту композиције у ООМ



ЕР-дијаграми

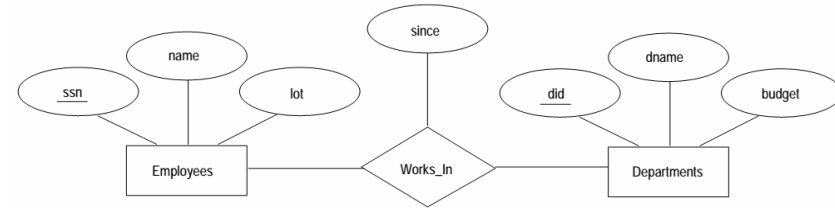
- ЕР-дијаграми су саставни део модела
- Представљају основни начин записивања семантичких знања о информацијама

ЕР-дијаграми – ентитети и атрибути



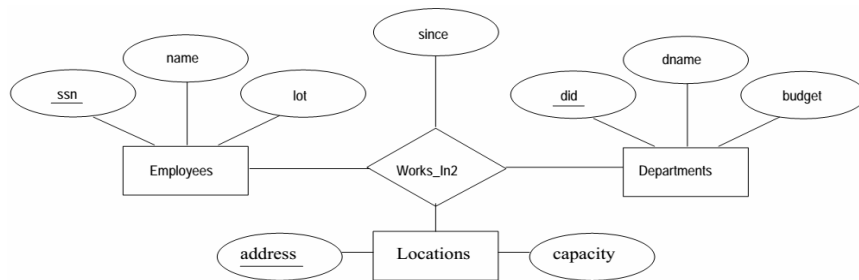
- Скупови ентитета се представљају правоугаонцима
- Атрибути се представљају елипсама
- Примењивост атрибута на скуп ентитета се представља линијом
- Подвлачењем се истичу атрибути који представљају или чине примарни кључ

ЕР-дијаграми – односи



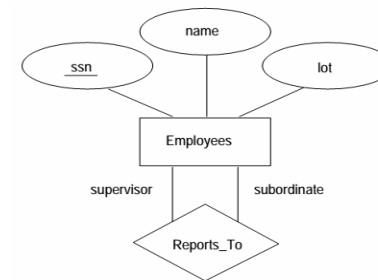
- Односи се представљају ромбовима
- и односи могу да имају описне атрибуте

ЕР-дијаграми – односи



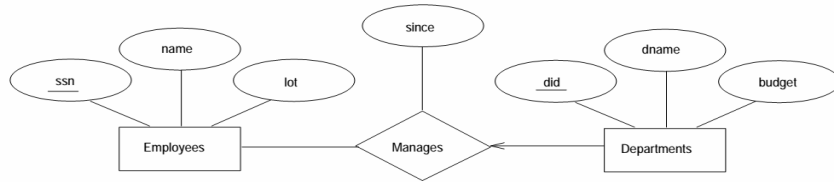
- Односи могу да укључују више ентитета
- нпр. "тернарни" односи укључују три ентитета

ЕР-дијаграми – односи



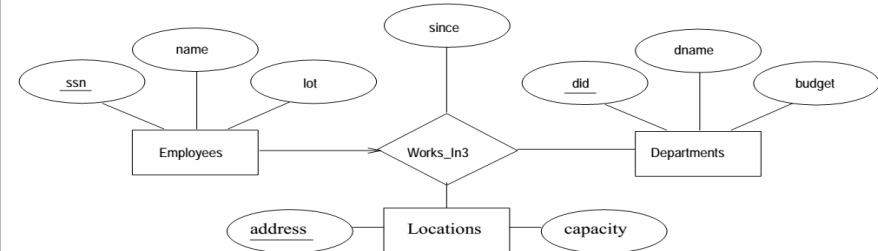
- Односи могу да буду и између више инстанци истог скупа ентитета
- У том случају морају да се именују *улоге* које ентитети имају у односима
- и иначе *могу да се именују*, али овде *морају*

ЕР-дијаграми – услови кључа



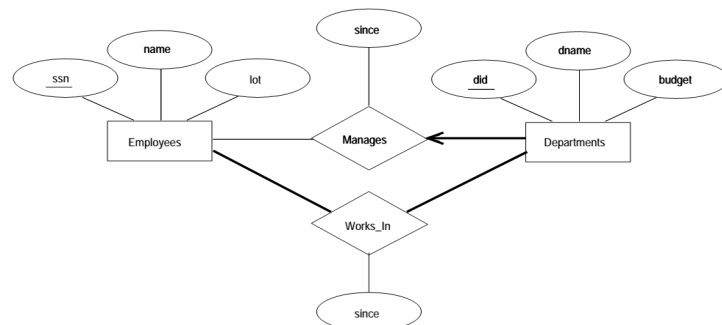
- Ако на основу ентитета може да се једнозначно одреди однос у коме учествује (тј. који је то други ентитет са којим је у односу)
 - онда је то *кључни* ентитет односа
 - то се означава стрелицом од ентитета према односу
- Пример: одељење има највише једног руководиоца

ЕР-дијаграми – услови кључа



- Пример: запослени ради у највише једном одељењу
 - и на највише једној локацији

ЕР-дијаграми – услови учешћа



- Ако сваки ентитет скупа учествује у *бар једном* односу, онда је то "*пуно учешће у односу*", а иначе је "*варијабилно учешће*"
- Пуно учешће у односу се означава дебљом линијом
- Пример:
 - сваки запослени ради у бар једном одељењу
 - свако одељење има бар једног запосленог
 - свако одељење има тачно једног руководиоца

ЕР-дијаграми – кардиналност

- *Кардиналности односа* описује у колико различитих односа тог типа може да учествује сваки од ентитета
- Има више нотација, навешћемо изворну...



ЕР-дијаграми – кардиналност (2)

- Означава се по бројем на свакој од линија које воде од ентитета према односу
- Број означава у колико таквих односа може (мора) да учествује један ентитет
 - **важно:** то је супротно од означавања кардиналности у дијаграмима класа
- Уместо једног броја може да стоји опсег вредности:
 - у нотацији (А,Б) или А..Б
 - где је $A \leq B$, $A \geq 0$, $B \geq 1$
 - уместо броја може да стоји и * - означава “неки природан број”
- Кардиналност се делимично преклапа са наведеним условима
 - “бар 1” == услов учешћа, подебљана линија
 - “највише 1” == услов кључа, стрелица
 - “тачно 1” == услови учешћа и кључа, подебљана линија са стрелицом

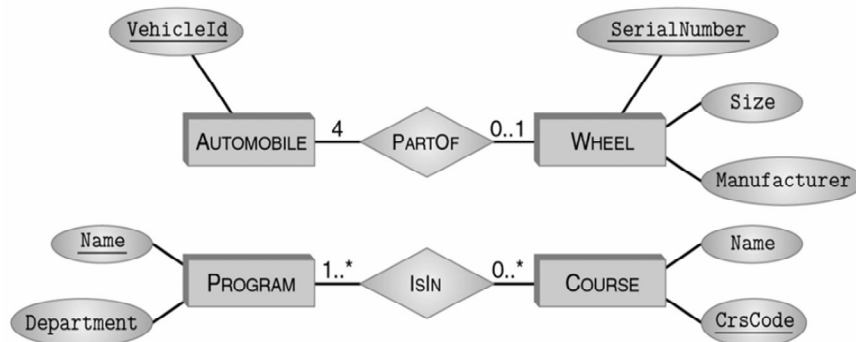


ЕР-дијаграми – кардиналност (3)

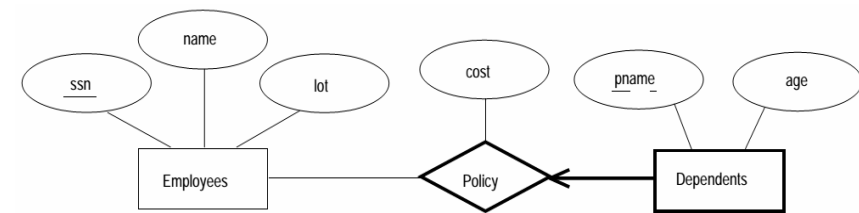
- Примери исправних ознака кардиналности:
 - 1
 - 4
 - 0..1
 - 2..5
 - 1..*
 - 0..*



ЕР-дијаграми – кардиналност (3)



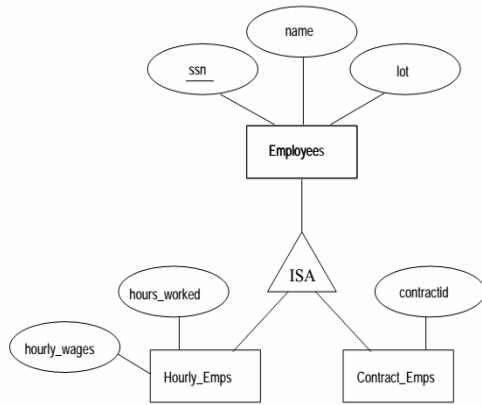
ЕР-дијаграми – слаби ентитети



- Елементи слабог скупа ентитета се идентификују само у склопу односа са неким другим ентитетом
 - тај однос мора бити “један-више” и назива се *идентификујући однос*
 - слаб ентитет мора имати пуно учешће у идентификујућем односу
 - и идентификујући однос и учешће слабог ентитета у њему се означавају дебљим (или двоструким) линијама

- Пример:
 - деца запосленог су осигурана преко родитеља
 - дете није у потпуности идентификовано именом, него тек односом са запосленим

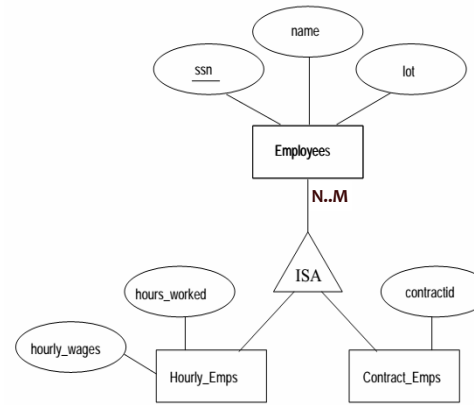
ЕР-дијаграми – хијерархије класа



- Хијерархије ентитета су тзв. "ISA" хијерархије
- Односе се на скупове, а не на класе
- Општије од "наслеђивања" у ОО:
 - **услов преклапања:** да ли исти ентитет може да припада *двама* скуповима изведених ентитета или не?
 - може да се повеже са концептом вишеструког наслеђивања
 - **услов прекривања:** да ли *сваки* ентитет надскупа мора да припада и неком од изведених скупова или не?
 - може да се повеже са концептом апстрактних класа

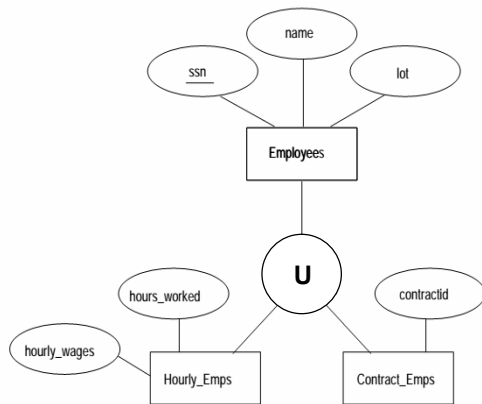
*Касније ћемо видети да хијерархије могу да се моделирају у релационом моделу на више начина, а избор може да зависи и од претходна два услова.

ЕР-дијаграми – хијерархије класа (2)



- Кардиналност на страни базног скупа описује преклапање и покривање:
- Први број (N) се односи на прекривање
 - ако је 0, онда нема прекривања
 - ако је 1 (или више) онда има
- Други број (M) се односи на преклапање
 - ако је 1, онда нема преклапања
 - ако је више од 1, онда има

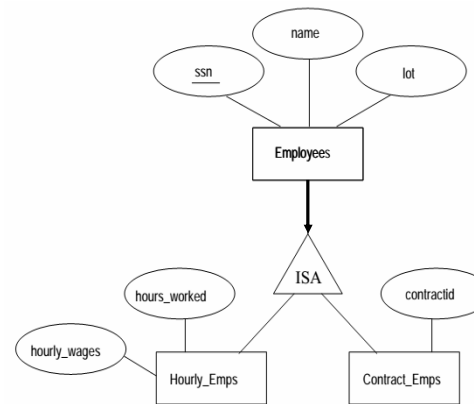
ЕР-дијаграми – уније



- Унија је специфична хијерархија:
 - важи прекривање
 - не важи преклапање
- Као кардиналност 1..1

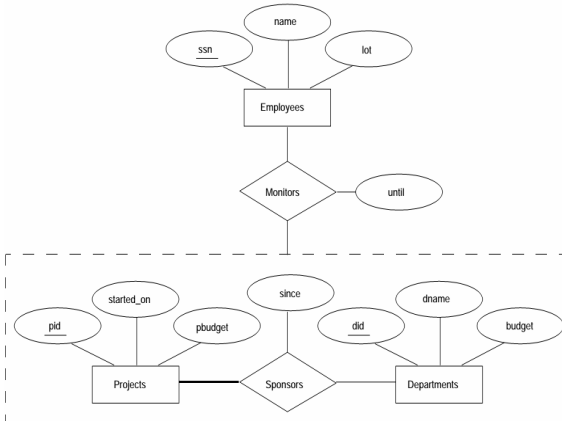
• У примеру: сваки запослени је или запослен по уговору или за одређен број радних сати

ЕР-дијаграми – уније (2)



- Алтернативна нотација за унију, 1-1

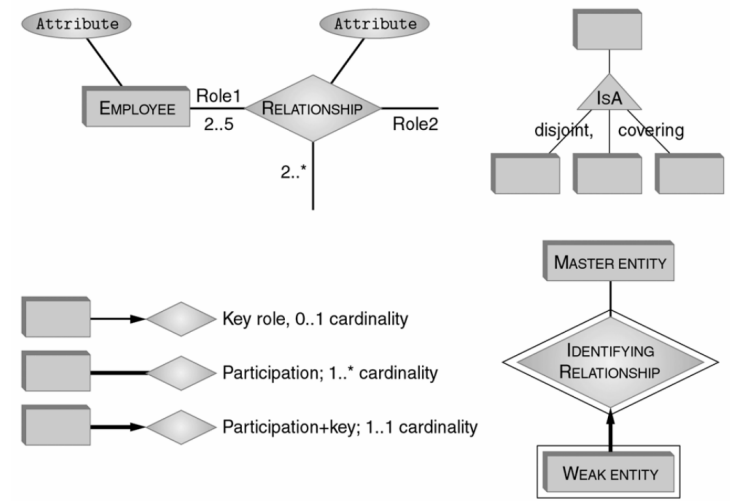
ЕР-дијаграми – агрегација



- Агрегације су односи који учествују у другим односима
- Такве односе уквиримо испрекиданом линијом
- То није исто као релација вишег реда
- Пример: пројекти могу да се спонзоришу и без придружених посматрача
 - тј. такав однос је “јак” однос
 - има неке карактеристике ентитета
- Алтернатива је да се само такав однос заокружи правоугаоником
 - у овом примеру *Sponsors*

Универзитет у Београду - Математички факултет

Резиме



Универзитет у Београду - Математички факултет

Алтернативна нотација

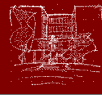


Основна идеја је да стрелица иде према јединствено препознатом ентитету или односу, а у случају односа 1-1 од слабијег према јачем

ОПРЕЗНО!!! Није уједначено, разни извори користе разне нотације...

Универзитет у Београду - Математички факултет

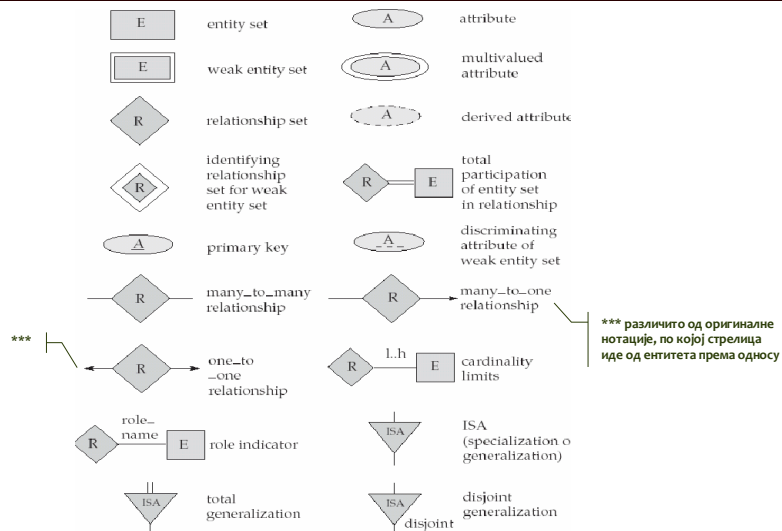
ЕР-дијаграми – кардиналност



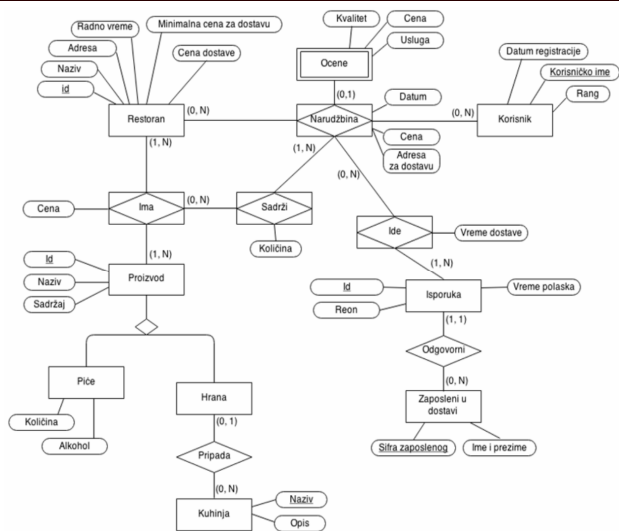
- **ВАЖНО!!!**
- У оригиналној ЕР-нотацији ознаке стоје на супротним странама у односу на ознаке у дијаграмима класа у УМЛ-у!
 - у УМЛ-у број означава колико таквих ентитета учествује у таквим односима
 - у ЕР-у број означава у колико таквих односа тај ентитет може да учествује
- Неки аутори то занемарују и раде као у УМЛ-у!
 - али то онда доводи до неусклађености бројева и графичких ознака (дебљина линије, стрелице)

Универзитет у Београду - Математички факултет

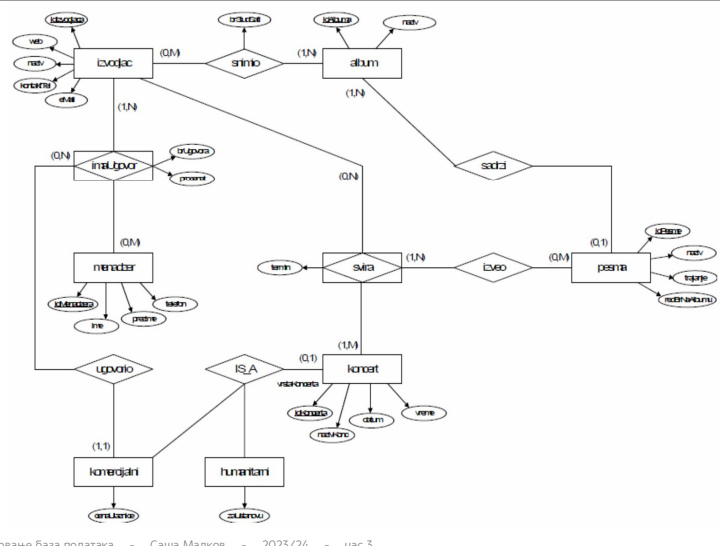
Алтернативна нотација - примери



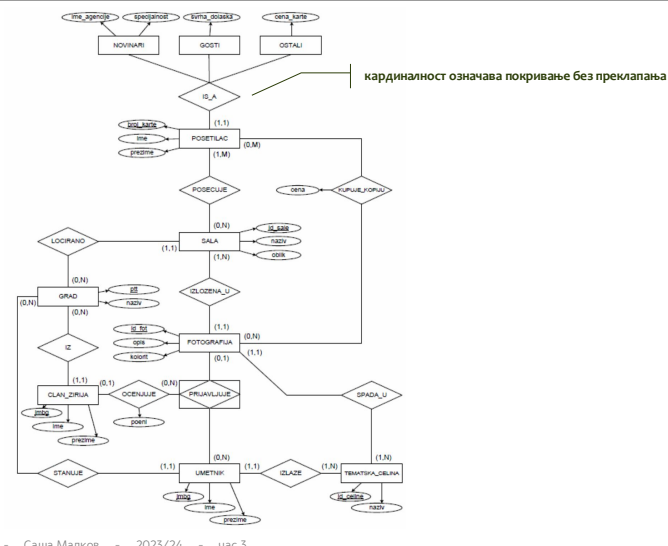
Пример: ЕР-дијаграм онлајн ресторана



Пример: ЕР-дијаграм организације концерта



Пример: ЕР-дијаграм организације изложбе





Допринос ЕР-модела

- У односу на релациони модел
 - ЕР-модел много боље описује семантичка знања о информацијама о ентитетима и односима
 - Уводи нову дијаграмску технику
 - једноставно и изражајно средство комуникације
 - садржи део семантичких знања
 - Боље је прилагођен највишем нивоу посматрања информација, тј. семантичком и концептуалном моделирању



Концептуални проблем ЕР-модела

- Постоје одређене недоследности
- Почива на претпоставци да постоје два различита концепта ентитета и односа
 - али не нуди објективне критеријуме за њихово разликовање
 - начин представљање агрегација на дијаграмима додатно потврђује да односи могу да имају неке карактеристике ентитета
- Сложени атрибути су додатни проблем
 - да ли сложени атрибути имају особине ентитета?



Концептуални проблем ЕР-модела (2)

- Основни концептуални проблем ЕР-модела увиђа и сам аутор, наводећи га у фусноти рада као коментар коме не придаје посебан значај:
 - *“Могуће је да неки људи виде нешто (нпр. брак) као ентитет, док неки други људи то виде као однос. Мишљења смо да одлуку о томе мора да донесе администратор предузећа. Он би требало да дефинише шта су ентитети а шта односи тако да разлика буде одговарајућа за његово окружење.”*
- Основни концепти модела ЕР су само субјективно а не и суштински различити



Концептуални проблем ЕР-модела (3)

- Без објективних критеријума за њихово разликовање, два основна концепта се практично стапају у један
 - Тиме се смањује суштинска разлика између ЕР-модела и релационог модела
 - посебно у делу који се односи на нивое 2 и 3
- Свођењем разлика само на ниво 1, ЕР-модел се практично своди на алат за пројектовање, уместо на свеобухватни модел података
 - Штавише, данас се ЕР веома често не користи чак ни као модел, него само као дијаграмска техника релационог модела
- То не умањује његов значај у домену концептуалног моделирања



Технички проблем ЕР-модела дијаграма

- Дијаграми су претрпани
 - Већ на дијаграмима са 6-7 већих ентитета дијаграми постају тешки за сагледавање
 - Основни проблем је у одвојеном представљању атрибута, што доприноси визуалној “тежини” дијаграма



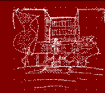
Примена ЕР-модела

- ЕР-модел се највише користи при концептуалном пројектовању
 - Концептуални модел мора да омогућава лако разумевање домена
 - ЕР-модел садржи семантичке карактеристике ентитета и односа
 - Зато се често ЕР-модел користи као “језик” концептуалног модела
- Последица је да мора да се користи и при прављењу логичког модела
 - Превођење концептуалног у логички модел често се изводи као превођење ЕР-модела у релациони (или неки други) модел
- Укратко ћемо размотрити специфичности у пројектовању које се односе на ЕР-модел



ЕР-моделирање – основни кораци

- Основни кораци при прављењу ЕР модела су:
 - Препознавање ентитета и атрибута
 - Одређивање типова ентитета и атрибута
 - Препознавање односа међу ентитетима
 - Профињавање дефиниција односа



ЕР-моделирање – основни кораци (2)

- Уобичајен сценарио:
 - Полази се од текстуалног описа проблема
 - Именице представљају кандидате за ентитете (и атрибуте)
 - Опрезно, неке од њих могу да представљају односе...



Недоумице при прављењу ЕР-модела

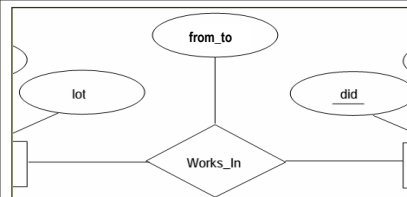
- Видели смо да је ЕР-модел добро прилагођен концептуалном моделирању
- Међутим, у пракси и ту има озбиљних недоумица:
 - Да ли је нешто боље моделирати ентитетом или атрибутом?
 - Да ли је нешто боље моделирати ентитетом или односом?
 - Који су одговарајући скупови ентитета и скупови односа? Да ли је у неком случају боље имати бинарни или тернарни однос?
 - Да ли би требало да користимо агрегације?



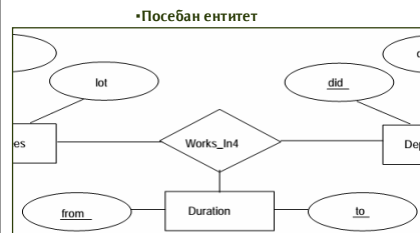
Ентитет или атрибут?

- Ако имамо сложен атрибут, можемо да га моделирамо као:
 - један сложен атрибут
 - више простих атрибута
 - један ентитет
- На основу чега доносимо одлуку?
- Чак и за просте атрибуте може да се постави питање да ли су они можда ипак ентитети?
- Пример: адреса...

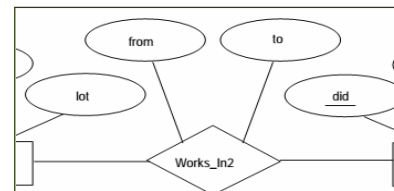
Ентитет или атрибут?



•Један сложен атрибут



•Посебан ентитет



•Два проста атрибута



Ентитет или атрибут?

- Аргументи за “обичан атрибут”:
 - ако једном ентитету одговара тачно једна вредност “атрибута”
 - ако представља једноставну скаларну вредност која описује ентитет
 - ако у више ентитета може да има исте вредности, а да оне нису међусобно условљене
 - тј. мењање вредности за један ентитет не повлачи њено мењање за други
 - ако важи слично и када је то “атрибут” у различитим скуповима ентитета



Ентитет или атрибут? (2)

- Сложен атрибут може да има смисла:
 - ако желимо да сачувамо интерну структуру, али она има значаја само интерно
 - ако у више ентитета може да има исте вредности, а да оне нису међусобно условљене
 - нпр, ако “адреса” обухвата град, улицу и број, онда више запослених може да има исту адресу, а да то не значи да живе заједно, па оне и даље могу да се одвојено мењају
 - ако важи слично и када је то атрибут у различитим скуповима ентитета

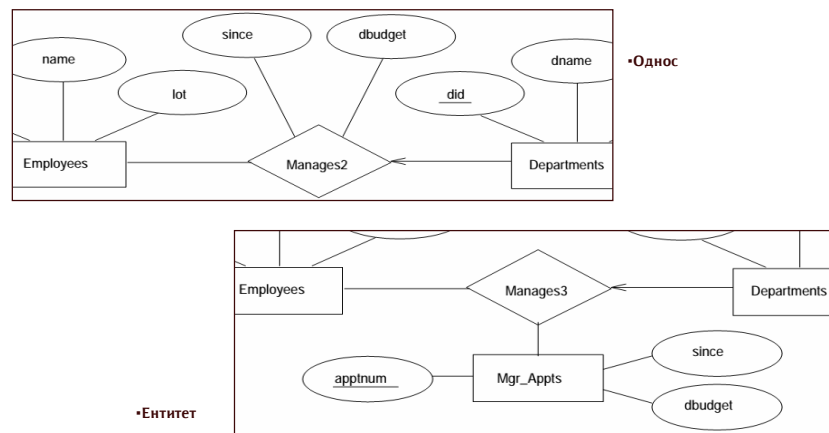


Ентитет или атрибут? (3)

- “Атрибут” мора да прерасте у ентитет:
 - ако неком ентитету одговара истовремено више вредности тог “атрибута”
 - ако постоји међузависност вредности “атрибута”
 - нпр. ако више ентитета има исту вредност атрибута и када се он промени за један ентитет, онда мора да се промени и за остале



Ентитет или однос?



Ентитет или однос?

- Однос може да буде ”однос”:
 - Ако се сви његови атрибути односе стрикно на једну инстанцу односа
 - тј. нема редунаности
- Однос мора да прерасте у “ентитет”:
 - Ако се неки од његових атрибута односи истовремено на више инстанци односа
 - редунаност повлачи уочавање/издвајање новог ентитета и подизање сложености односа
- Иначе?
 - У великом броју случајева је “једнако исправно” да нешто буде било однос било ентитет

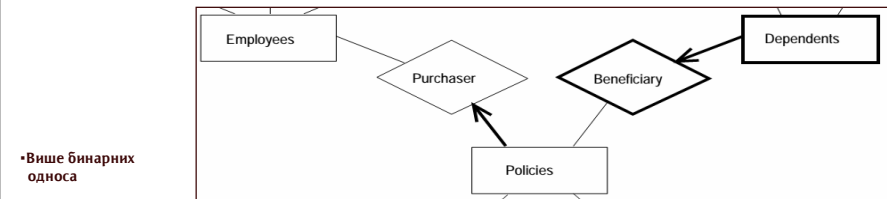
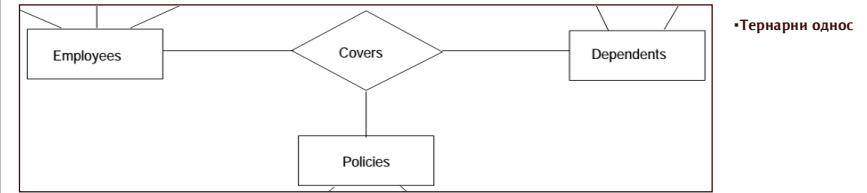


Тернарни однос или више бинарних односа?

- Већина сложених односа може да се “подели” на више бинарних агрегираних односа
- Да ли је боље поделити их или их оставити?



Тернарни однос или више бинарних односа?



Тернарни однос или више бинарних односа?

- Сложене односе има смисла поделити на више једноставнијих **искључиво** ако сваки од добијених односа има свој семантички смисао у посматраном домену
- Чак и тада, ако је семантика очигледнија из сложеног односа, онда би тај сложени однос требало да остане

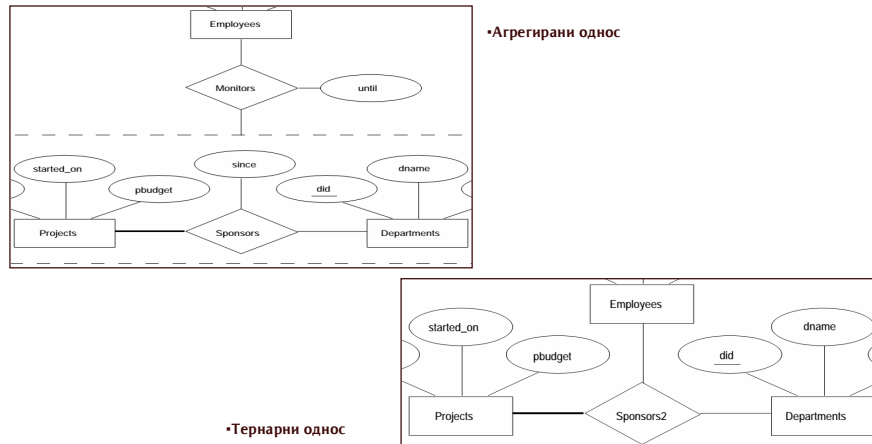


Агрегација или тернарни однос?

- Ово питање је слично претходном:
 - Агрегирани однос подразумева да се агрегирани однос може посматрати као скуп ентитета (или скуп односа)
 - Но, то може да буде и вештачки направљено?
- Шта је и када боље урадити?



Агрегација или тернарни однос?



Универзитету Београду - Математички факултет



Агрегација или тернарни однос?

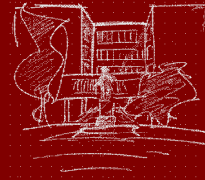
- Агрегирани односи су боље решење:
 - Ако некада постоји само део односа, а некада цео (тј. некада само део који се агрегира, а некада пун однос)
 - Ако се део атрибута односа не тиче целине односа већ само његовог дела, који укључује мање ентитета
- У осталим случајевима обично је боље да се користе сложени односи

Универзитету Београду - Математички факултет

[P273]

Пројектовање база података

Саша Малков



Тема 4.4

Концептуално моделирање

Груписање ентитета



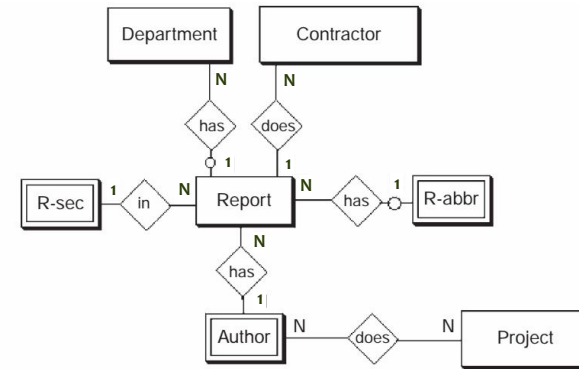
Груписање ентитета

- Након интегрисања погледа може да се добије велика схема
 - слабо прегледна због величине
 - посебно ако се користе ЕР-дијаграми
- Циљ груписања ентитета је препознавање снажније повезаних делова модела
 - ради представљања једног великог модела помоћу више мањих дијаграма

Универзитет у Београду - Математички факултет

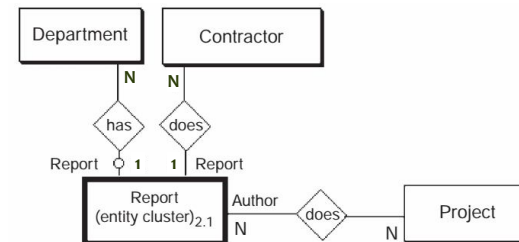
Технике груписања (1)

- Обришу се атрибути и евентуално још неки детаљи представљања ентитета и ентитет се заокружи двоструком линијом



Технике груписања (2)

- Група ентитета се замењује симболом *групе* са подебљаним оквиром
- На дијаграму се задржавају сви односи елемената групе са спољним ентитетима, али се представљају као да у њима учествује група





Принципи груписања

- Принципи:
 - Груписање према доминантности
 - Груписање према апстрактности
 - Груписање према условима
 - Груписање према односима
- Примењују се итеративно и/или рекурзивно



Груписање према доминантности

- Доминантни ентитети се уочавају на основу односа
 - учествују у већем броју односа и посредно повезују веће делове дијаграма
- Један доминантан ентитет се групише са свим припадајућим недоминантним ентитетима
 - слаби ентитети се придружују јаком
 - делови дијаграма који описују односе вишег реда се групишу
 - ако постоји агрегација, делови се придружују целини



Груписање према апстрактности

- Врши се ако постоје хијерархије
- Хијерархија се представља једним базним ентитетом
 - ако постоје битни специфични односи неких елемената хијерархије, онда се цела хијерархија дели на више група



Груписање према условима

- Склањање елемената дијаграма чија је примарна улога описивање услова интегритета
 - то могу да буду атрибути, односи и додатни коментари
 - није пожељно склањање услова који имају висок значај за целину дијаграма
- Често су у питању односи, па има сличности са другим врстама груписања
 - на пример, ако имамо ентитет "trip" који представља скуп допуштених вредности атрибута trip у разним ентитетима
 - његова примарна намена је остваривање интегритета
 - у односу је са више ентитета, са неким и више пута (место рођења, пребивалиште,...)
 - склањањем ентитета trip и његових односа вршимо корак груписања према условима
 - разлика у односу на доминантне ентитете је што такви ентитети могу да буду у односу са различитим "доминантним" ентитетима
 - разлика у односу на груписање према односима је што је овде однос само средство а не суштински важан елемент модела



Груписање према односима

- Односи вишег реда и одговарајући ентитети могу да се групишу
 - оваква група представља однос као једну целину



Поступак груписања

- Препознају се елементи који се групишу у оквиру функционалних области
 - функционалне области су, на пример, пословне јединице или групе података које се најчешће користе заједно
- Групишу се ентитети
 - свака група мора да у потпуности припада једној функционалној области
 - ако постоје конфликти између више алтернативних груписања, онда је обично боље да се не праве такве групе
- Направе се групе вишег реда
 - рекурзивном применом поступка
- Провери се исправност дијаграма
 - сви интерфејси између ентитета / објеката и других делова / нивоа дијаграма морају да буду конзистентни

Литература за тему



- Peter Pin-Chan Chen, **The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data**, *ACM Transactions on DB*, 1976
- Ramakrishnan, Gehrke, **Database Management Systems**, 2.ed, 2000.
- Teorey, Lightstone, Nadeau, Jagadish, **Database Modeling and Design**, 5.ed, Elsevier, 2011.