

5. Előadás

Normalizálás

Az előadás vázlata:

- 1. Első normálforma**
- 2. Második normálforma**
- 3. Veszteségmentes felbontások**
- 4. Összefoglaló példa harmadik normálformára hozásra**
- 5. Boyce-Codd normálforma, normálformák egymáshoz való viszonya**
- 6. Függőségőrző felbontások**
- 7. Veszteségmentes, függőségőrző felbontások**

8. Normalizálás

Ismétlés

Cél: anomáliák kiküszöbölése

Módszer: Felbontás

Normálformák:

1-3NF, BCNF: funkcionális függőségek

4NF: funkcionális és többértékű
függőségek

5NF: join függőségek

Itt: 1-3 NF, BCNF

Első normálforma

Definíció: Első normálforma (1NF): A reláció minden sorában pontosan egy elemi attribútumérték áll.

A reláció matematikai definíciója miatt a relációban nem lehetnek azonos sorok, ezért az 1NF-ben lévő relációnak van kulcsa, továbbá, az 1NF definíciójából következően minden (nem kulcs) attribútum funkcionálisan függ a kulcstól.

Informálisan az R reláció 1. normálformában, 1NF-ben van, ha minden sorának minden attribútumértéke **elemi és egy értéket** vesz fel.

A nem elemi **attribútumot** új attribútumok beiktatásával lehet megszüntetni.

A **többértékűség (halmazérték)** megszüntetése úgy történik, hogy minden sort annyiszor leírunk, ahányszor szükséges.

Példa:

A Hallgató(T-szám, Név, **Cím**, **Tantárgy**, Jegy) sémájú reláció nem 1NF-ben van, mert a **Cím** attribútum nem elemi: a város, utca, házszám tulajdonságokból áll. A **Tantárgy** attribútum pedig több értéket vesz fel.

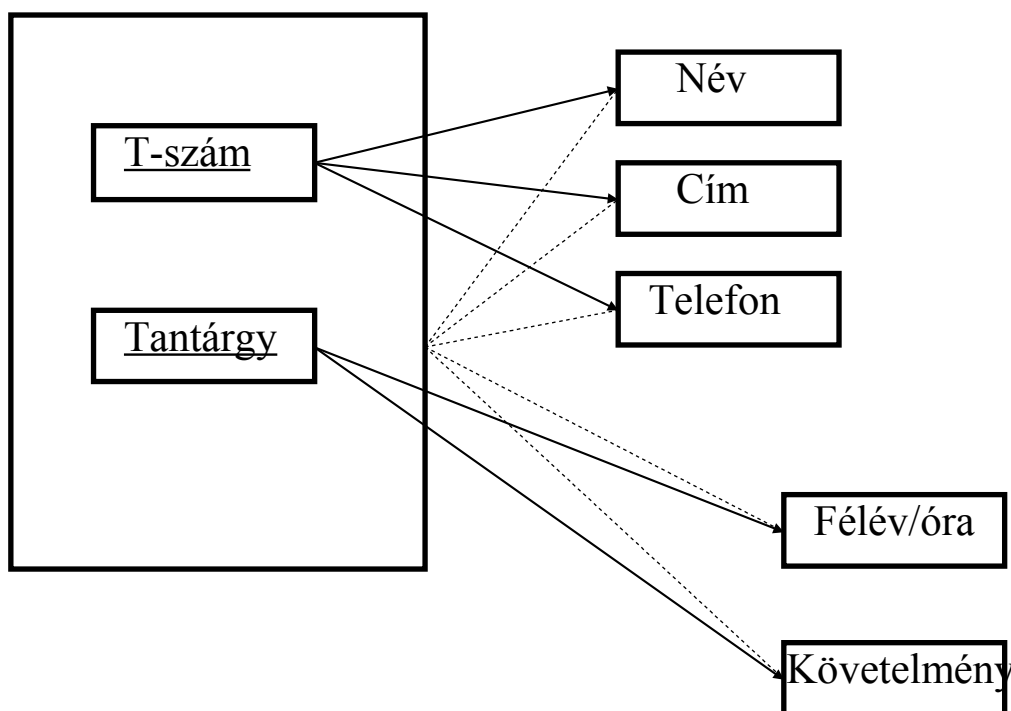
Megjegyzés: A legtöbb, kereskedelembe kapható rendszer rendelkezik ún. objektum-orientált bővítéssel, amely lehetővé teszi a reláció beágyazását, illetve halmazérték kezelését.

Második normálforma

Példa(ismétlés): Láttuk, hogy az Oktatók(T-szám, Név, Cím, Telefon, Tantárgy, Félév/óraszám, Követelmény) relációnál az anomáliák mindegyike fellép; módosítási, törlési, beírási. Az anomáliákat felbontással kerültük el.

Mi volt az oka az anomáliáknak?

- két egyedhalmaz került egy relációba, így a megfelelő kulcsok funkcionálisan meghatározzák a hozzákapcsolódó attribútumokat
- másképpen: egyes attribútumokat a kulcs egy részhalmaza már funkcionálisan meghatároz, és okozza a redundanciát.



Második normálforma

Az Oktatók(T-szám, Név, Cím, Telefon, Tantárgy, Félév/óraszám, Követelmény) reláció alábbi felbontása valóban megszünteti az anomáliákat:

Oktatók(T-szám, O_Név, Cím, Telefon)

Tantárgyak(T_név, Félév/óra, Követelmény)

Tanít(T-szám, T_név)

Definíció: Az $\alpha \rightarrow \beta$ funkcionális függésben β **funkcionálisan teljesen függ** α -tól (vagy α funkcionálisan teljesen meghatározza β -t), ha nincsen olyan $\delta \subset \alpha$, amelyre $\delta \rightarrow \beta$.

Definíció: Azt mondjuk, hogy a **reláció második normálformában** (2NF) van, ha minden másodlagos attribútum funkcionálisan teljesen függ a reláció bármely kulcsától.

Azt mondjuk, hogy az $\alpha \rightarrow \beta$ funkcionális függőség **sérti** a normálformát, ha az nem felel meg a normálforma definíciójában előírtaknak.

Normalizálás

Módszer:

Veszteségmentes, adott normálformában (1-4NF, BCNF) levő relációkat kapunk a következő felbontással:

Az eredeti R relációt két másik relációra bontjuk a sértő $\alpha \rightarrow \beta$ függőség szerint:

1. R1 sémája $\alpha\beta$
2. R2 sémája R- β

A kapott R1 és R2 relációk közül R1 általában az kívánt normálformában van, R2-t meg kell vizsgálni, és ha szükséges, folytatni az eljárást.

Megjegyzés:

1. Mivel $\alpha \rightarrow \beta$ teljesül R1-ben, így $R1 \cap R2 \rightarrow R1$ fennáll, ami a veszteségmentességet biztosítja.
2. Szándékosan függőséget írtunk funkcionális függőség helyett, mert az a módszer más függőségek, pl. többértékűek esetében is célravezető.

Második normálforma

Példa 2NF-re hozásra:

Felbontással:

1. A kulcstól való részleges funkcionális függésben levő attribútumokkal új sémát készítünk (ezen funkcionális függőségek sértik a 2NF-et, hiszen részleges a függés):

A példában:

Oktatók(T-szám, O_Név, Cím, Telefon)

Tantárgyak(T_név, Félév/óra, Követelmény)

2. Az eredeti relációból eltávolítjuk a részleges függésben résztvevő másodlagos attribútumokat. A megmaradó attribútumok szintén egy relációt alkotnak.

A példában:

Tanít(T-szám, T_név)

Harmadik normálforma (3NF)

Definíció: A γ attribútumhalmaz **tranzitívan függ** az α attribútumhalmaztól, ha létezik egy olyan β attribútumhalmaz, amelyet α funkcionálisan meghatároz, és amelytől γ funkcionálisan függ: $\alpha \rightarrow \beta$ és $\beta \rightarrow \gamma$.

Példa:

Tekintsük az alábbi sémával megadott relációt:
Alkalmazottak(T-szám, DolgozóNév, RészlegNév, Fizetés, Telephely).

Első vagy második normálformában van-e a reláció?

Irjuk fel az összes funkcionális függőséget!

Keressük meg a tranzitív függéseket!

Milyen anomáliákat tapasztalunk?

Mi az oka az anomáliáknak?

Harmadik normálforma (3NF)

Definíció1: A reláció harmadik normálformában (3NF) van, ha 2NF-ben van, és egy másodlagos attribútum sem függ tranzitívan a reláció egyetlen kulcsától sem.

Definíció2: A reláció harmadik normálformában (3NF), ha minden $\alpha \rightarrow \beta$ funkcionális függőségre vagy α superkulcs, vagy β elsődleges attribútum.

Tétel: Definíció1 ekvivalens Definíció2-vel

Bizonyítás:

I.

Definíció2-ből következik Definíció1.

Tegyük fel, hogy $\alpha \rightarrow \beta$ sérti a 3NF-et Definíció2 szerint.

Ez akkor lehetséges ha:

α nem superkulcs és β nem elsődleges

Ha α nem superkulcs, akkor vagy

- $\alpha \subset \text{Kulcs}$, ezért részleges függést okoz az $\alpha \rightarrow \beta$ (nincs 2NF-ben a reláció)
- $\alpha \not\subset \text{Kulcs}$, akkor, mivel $\text{Kulcs} \rightarrow \alpha$ teljesül, így $\alpha \rightarrow \beta$ -val $\text{Kulcs} \rightarrow \beta$ tranzitív függésben van.

II.

Definíció1-ből következik Definíció2:

Ezt a részt nem bizonyítjuk.

Harmadik normálforma (3NF)

Az
Alkalmazottak(T-szám, DolgozóNév, RészlegNév,
Fizetés, Telephely)

reláció 2NF-ben van, hiszen a kulcs **egyszerű**.

Nincsen 3NF-ben, mert RészlegNév funkcionálisan meghatározza a Telephelyet, így a Telephely tranzitívan függ a kulcstól.

3NF-re hozás:

A
RészlegNév → TelepHely funkcionális függés sérti a
3NF-et, ezért:

R1 := Részleg (RészlegNév, Telephely)

R2 := Alkalmazottak(T-szám, DolgozóNév, RészlegNév,
Fizetés)

Összefoglaló példa az 1-3NF-re hozásra:

A Rendelés reláció sémája a következő:

Rendelés(rendelés_száma, dátum, vevőnév, vevőkód,
vevőcím, számlaszám,
Áru(aru_az_száma, aru_megnevezés, egységár,
mennyiség_egysége, mennyiség), határidő).

Az Áru(áru_az_száma, áru_megnevezés, egységár,
mennyiség_egysége, mennyiség) beágyazott reláció
miatt a Rendelés reláció nincsen 1NF-ben.

1NF: Most felbontással hozzuk 1NF-re a relációt:

Rendelés(rendelés_száma, dátum, vevőnév, vevőkód,
vevőcím, számlaszám)

Áru(rendelés_száma, áru_az_száma, áru_megnevezés,
egységár, mennyiség_egysége, mennyiség,
határidő)

Összefoglaló példa az 1-3NF-re hozásra(folyt.):

2NF: A kapott két reláció nincsen 2NF-ben. Miért?

A kulcs részhalmazától való függés található az Áru relációban, mert az áru_az_száma funkcionálisan meghatározza a következő attribútumokat:
aru_megnevezés, egységár, mennyiség_egysége

Tehát az ebben a funkcionális függőségben található attribútumhalmazokból képezünk egy sémát:

Áru(áru_az_száma, áru_megnevezés, egységár, mennyiség_egysége)

Tétel (rendelés_száma, áru_az_száma, mennyiség)

Rendelés(rendelés_száma, dátum, vevőnév, vevőkód, vevőcím, számlaszám, határidő)

Mivel a számlaszámot a rendelés_száma funkcionálisan meghatározza, ezért nem kerülhetett a Tétel relációba, nem lenne teljes a kulcstól való függés.

A rendelés reláció nincsen 3NF-ben, mert a vevőkód funkcionálisan meghatározza a vevőnevet, számlaszámot, és a vevőcímet, így tranzitív függésben vannak az utóbbi attribútumok a rendelés_számtól. Ezért ezekkel az attribútumokkal készítünk egy relációsémát:

Vevő(vevőnév, vevőkód, vevőcím, számlaszám)

Összefoglaló példa az 1-3NF-re hozásra(folyt.):

A maradék attribútumokkal és az új reláció kulcsával (a tranzitív függés "középső" elemével) képezzük a másik új relációsémát:

Rendelés(rendelés_száma, dátum, vevőkód, határidő)

Az adatbázis sémája(3NF):

Rendelés(rendelés_száma, dátum, vevőkód, határidő)

Áru(áru_az_száma, áru_megnevezés, egységár, mértékegys
)

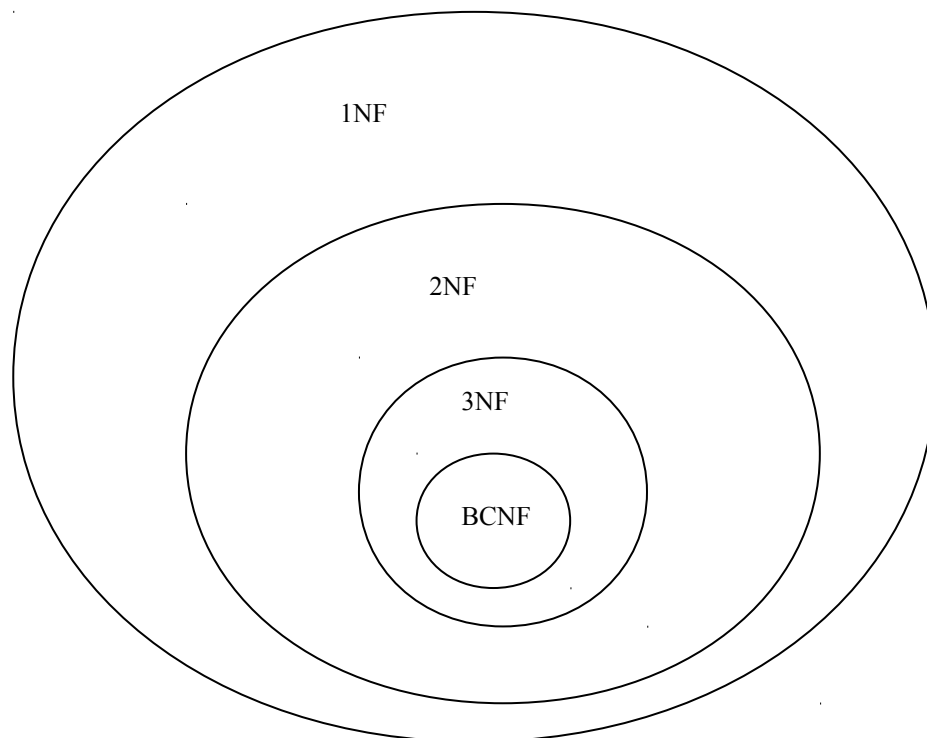
Tétel (rendelés_száma, áru_az_száma, mennyiség)

Vevő(vevőnév, vevőkód, vevőcím, számlaszám)

Boyce-Codd normálforma (BCNF)

Definíció: Az R reláció BCNF-ben van, ha minden $\alpha \rightarrow \beta$ funkcionális függőségre α szuperkulcs.

Következmény:



Boyce-Codd normálforma (BCNF)

Példa:

$R(A, B, C, D, E)$, a függőségi halmaz:

$F = \{A \rightarrow D, B \rightarrow E, DE \rightarrow C\}$.

Elenőrizzük, hogy R BCNF-ben van-e, ha nem, adjunk meg egy veszteségmentes felbontását BCNF-re.

Megoldás:

A kulcs AB , tehát a reláció nincsen BCNF-ben,
 $A \rightarrow D$ és $B \rightarrow E$ miatt nincsen 2NF-ben sem.

Felbontás:

$R1 := AD$

$R2 := ABCE$

$R1$ BCNF-ben van, de $R2$ nincsen, mert $R2$ -ben:

$F2 := \{B \rightarrow E, \text{triviálisak}\}$, ezért

$R2$ kulcsa: ABC , ezért

$B \rightarrow E$ sérti BCNF-et.

$R2$ dekomponálása:

$R21 := BE$

$R22 := ABC$

Az eredmény tehát: $R1, R21, R22$, ezek mindegyike BCNF-ben van.

Boyce-Codd normálforma (BCNF)

Példa:

$R(A, B, C, D, E)$ felbontásakor egyik kapott reláció $S(A, B, C)$, az adott függőségi halmaz: $F = \{A \rightarrow D, B \rightarrow E, DE \rightarrow C\}$.

Ellenőrizzük, S BCNF-ben van-e?

Ehhez tudni kell, mely függőségek teljesülnek S -ben F szerint?

$\{A\}^+ = \{A, D\}$ $A \rightarrow A, A \rightarrow D$, nincsen benne S -ben

$\{B\}^+ = \{B, E\}$ $B \rightarrow B, B \rightarrow E$ nincsen benne S -ben

$\{C\}^+ = \{C\}$ $C \rightarrow C$,

$\{AB\}^+ = \{A, B, C, D, E\}$ $AB \rightarrow A, AB \rightarrow B$

$AB \rightarrow E, AB \rightarrow D$

$AB \rightarrow C$

$\{AC\}^+ = \{A, C, D\}$ $AC \rightarrow C, AC \rightarrow A$

$AC \rightarrow D$ nincsen S -ben

$\{BC\}^+ = \{B, C, E\}$ $BC \rightarrow C, BC \rightarrow A$

$BC \rightarrow E$ nincsen S -ben

Az egyetlen nem triviális függőség **$AB \rightarrow C$** . Mivel AB kulcs, ezért nem sérti a BCNF-et.

Boyce-Codd normálforma (BCNF)

Példa: Legyen $R := ABC$, és $F := \{AB \rightarrow C, C \rightarrow B\}$

Igazoljuk, hogy R -nem nem létezik veszteségmentes, függőségőrző dekomponálása BCNF-re!

Megoldás:

R kulcsa AB és AC , ezért nincsen BCNF-ben, $C \rightarrow B$ baloldala nem szuperkulcs. Az ismert módszer szerint dekomponálva:

$R1 := CB$

$R2 := AC$

A dekompozíció veszteségmentes, hiszen $C \rightarrow B$ fennáll.

A dekompozíció nem függőségőrző, mert $AB \rightarrow C$ nem vezethető le.

Más dekompozíciókkal próbálkozva:

$R1 := AB$

$R2 := BC$

Ez veszteségmentes, de nem függőségőrző, mert $AB \rightarrow C$ nem vezethető le.

Egyetlen további lehetőség van:

$R1 := AB$

$R2 := AC$

Ez a dekompozíció pedig még csak nem is veszteségmentes.

Megjegyzés: R 3NF-ben van, mert B elsődleges attribútum.

Függőségőrző felbontás**Példa:**

$$R(\text{VÁROS}, \text{UTCA}, \text{IRÁNYÍTÓSZÁM}) = R(V, U, Ir)$$

$$F = \{V, U \rightarrow Ir, Ir \rightarrow V\}$$

R felbontása: $R_1(U, Ir)$ és $R_2(V, Ir)$ veszteségmentes felbontás, hiszen:

	V	U	Ir
R1	b_{11}	a_2	a_3
R2	a_1	b_{22}	a_3

Alkalmazva az $Ir \rightarrow V$ függőséget, b_{11} és a_1 egyenlő lesz, a_1 -gyel:

	V	U	Ir
R1	a_1	a_2	a_3
R2	a_1	b_{22}	a_3

Az első sorból következtetünk a **veszteségmentességre**.

Azonban a függőségek nem őrződnek meg, hiszen

$F = \{V, U \rightarrow Ir, Ir \rightarrow V\}$ vetítettjei:

$R_1(U, Ir)$ -re: $\{U \rightarrow U, Ir \rightarrow Ir\}$

$R_2(V, Ir)$ -re: $\{Ir \rightarrow V, Ir \rightarrow Ir, V \rightarrow V\}$.

Az eredeti F azonban nem vezethető le

$\{U \rightarrow U, Ir \rightarrow Ir, Ir \rightarrow V, V \rightarrow V\}$ -ből:

$\{V, U\}^+ = \{V, U\}$, vagyis Ir nincsen benne a lezártban, ezért

az $V, U \rightarrow Ir$ függőség nem következik a vetített függőségi halmazokból.

Függőségőrző felbontás

Példa:

$R(\text{VÁROS}, \text{UTCA}, \text{IRÁNYÍTÓSZÁM}) = R(V, U, Ir)$
 $F = \{VU \rightarrow Ir, Ir \rightarrow V\}$

Kulcsjelöltek: $\{V, U\}$ és $\{U, Ir\}$

A reláció 3NF-ben van.

Az (U, Ir) , (V, Ir) felbontás BCNF, de nem függőségőrző

Feladat: Ellenőrizzük, hogy a (V, U) , (U, Ir) felbontás, és az (V, Ir) és (U, V) sem függőségőrző!

Következmény: Nem mindig létezik függőségmegőrző felbontás BCNF-re

Megjegyzés: Mindig létezik veszteségmentes és függőségmegőrző felbontás 3NF-re.

Veszteségmentes, függőségőrző felbontás 3NF-re

Definíció: F minimális bázisa az az F - függőségi halmaz, ami elvivalens F -fel, és

1. Minden függőség jobb oldala egyetlen attribútum (felbontási szabály)
2. Nem lehet egyetlen $X \rightarrow Y$ függőséget sem helyettesíteni olyan $W \rightarrow Y$ függőséggel, hogy $W \subset X$ és a kapott halmaz ekvivalens F -fel
3. Nem lehet egyetlen függőséget sem elhagyni, mert e részhalmaz már nem lesz ekvivalens F -fel

Következmény: A minimális bázisban $\alpha \rightarrow Y$ alakú függőségek lesznek

Lemma: minden függőségi halmaznak van minimális bázisa

Veszteségmentes, függőségőrző felbontás 3NF-re

1. Keressük meg F minimális bázisát, legyen ez F_- .
2. Keressünk meg az F_- halmazban minden olyan függőségget, amelynek baloldala α : $\alpha \rightarrow Y_1$, $\alpha \rightarrow Y_2$, $\alpha \rightarrow Y_k$, és minden ilyenre készítsük el az $(\alpha, Y_1, Y_2, \dots Y_k)$ sémát)
3. A maradék attribútumokkal képezzünk egy másik sémát
4. Ha egyik sem tartalmaz egyetlen kulcsjelöltet sem, akkor egy kulcsjelölttel is készítsünk egy sémát.

Az adatbázisstervezés célja

BCNF-re hozás:

- Veszteségmentes felbontás
- Függőségőrző felbontás

Ha ez nem valósítható meg, akkor:

3NF-re hozás:

- Veszteségmentes felbontás
- Függőségőrző felbontás

Ha BCNF-ben nem tudjuk biztosítani a függőségőrzést, akkor a 3NF-re bontást válasszuk, mert így mind a veszteségmentesség, mind a függőségőrzés biztosítható.