



Bases de données

Chapitre 4 : Dépendances Fonctionnelles et Normalisation (Partie2)

Prof. M. RAHMOUNI
md.rahmouni@yahoo.fr

Les trois premières Formes Normales et la Forme Normale de Boyce Codd

- Les formes normales ont été définies pour permettre la décomposition des relations sans perte d'informations en utilisant la notion de dépendance fonctionnelle.
- Dans ce cours nous présenterons les trois premières formes normales et celle dite de Boyce Codd.

2

Première Forme Normale (1FN)

- Une relation R est en première forme normale et notée 1FN si chaque attribut de R a un domaine simple, c'est à dire dont les valeurs sont atomiques et monovaluées (à une seule valeur).
- Cette définition permet d'exclure les relations ayant des attributs dont les valeurs seraient des ensembles ou des listes de valeurs.

3

• Exemple :

LIVRE (No-ISBN, Titre, Auteurs, Editeur)

Cette relation n'est pas en 1FN car l'attribut "Auteurs" est multivalué. Un auteur ne peut pas y être traité d'une façon individuelle (exemple: tri des livres par nom d'auteur).

Cette relation peut par exemple être transformée en la nouvelle relation :

LIVRE (No-ISBN, Titre, Auteur1, Auteur2, Auteur3, Editeur)

ETUDIANT (Nom, Prénom, Adresse(Rue, Ville)) n'est pas en 1FN car l'attribut Adresse n'est pas atomique.

Cette relation peut par exemple être transformée en la nouvelle relation suivante:

ETUDIANT (Nom, Prénom, Rue, Ville)

4

Deuxième Forme Normale (2FN)

Une relation R est en deuxième forme normale (2FN) si et seulement si

- elle est en première forme normale,
- et que tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépendra d'aucun sous-ensemble de clé (ne dépend pas d'une partie d'une clé).

5

Exemple

- Soit la relation CLIENT avec ses DF

CLIENT(NomCl, AdrCl, RefProduit, PU)

F1 : NomCl, RefProduit \rightarrow PU

F2 : NomCl \rightarrow AdrCl

La clé de la relation est (NomCl, RefProduit)

- Suite à F2, une partie de la clé (NomCl) détermine un attribut n'appartenant pas à la clé.
- Cette relation n'est donc pas en 2FN. Elle pourra être décomposée en :

CLIENT (NomCl, AdrCl)

PRODUIT (#NomCl, RefProduit, PU)

6

Troisième Forme Normale (3FN)

- Une relation R est en troisième forme normale (3FN) si et seulement si
 - elle est en deuxième forme normale,
 - et que tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépendra pas d'un attribut non clé.
- La troisième forme normale permettra d'éliminer les redondances dues aux dépendances transitives.
- La décomposition en 3FN est sans perte d'informations et préserve les DFs.

7

Exemple1 :

CLIENT (NomCl, ChiffreAffaire, Ville, Pays)

Avec les dépendances fonctionnelles suivantes :

F1 : NomCl \rightarrow ChiffreAffaire

F2 : NomCl \rightarrow Ville

F3 : Ville \rightarrow Pays

- La relation CLIENT n'est pas en 3FN à cause des dépendances fonctionnelles F2 et F3.
- Cette relation doit être décomposée en deux relations :

CLIENT(NomCl, ChiffreAffaire, #Ville)

ADRESSE(Ville, Pays)

8

Exemple2 :

VOITURE (NumVoiture, Marque, Type, Puissance, Couleur)

F1 : NumVoiture \rightarrow Marque, Type, Puissance, Couleur

F2 : Type \rightarrow Marque

- n'est pas en 3FN. En effet, l'attribut non clé TYPE détermine MARQUE (F2).
- Cette relation peut ainsi être décomposée en deux relations :

VOITURE (NumVoiture, #Type, Couleur, Puissance)

MODELE (Type, Marque)

9

Forme Normale de Boyce-codd (BCNF)

- Une relation R est en BCNF si et seulement si les seules dépendances fonctionnelles élémentaires qu'elle comporte sont celles dans lesquelles une clé détermine un attribut.
- En d'autres termes une relation est en BCNF, si elle est en 3FN et qu'aucun attribut membre de la clé ne dépend fonctionnellement d'un attribut non membre de la clé.

10

Exemple :

ADRESSE (Ville, Rue, CodePostal)

Cette relation présente les DF suivantes :

Ville, Rue \rightarrow CodePostal

CodePostal \rightarrow Ville

- Elle est en 3FN (car elle est en deuxième forme normale, et tout attribut n'appartenant pas à une clé ne dépendra pas d'un attribut non clé).
- Cette relation n'est pas en BCNF car l'attribut "Ville" (qui fait partie de la clé) dépend fonctionnellement de CodePostal (qui est un attribut non membre de la clé).

11

Soit la relation Personne :

Personne(N°SS, #Pays, Nom, Région)

Soit les DF suivantes sur cette relation :

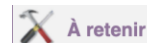
- N°SS, Pays \rightarrow Nom
- N°SS, Pays \rightarrow Région
- Région \rightarrow Pays

Il existe une DFE qui n'est pas issue d'une clé et qui détermine un attribut appartenant à une clé. Cette relation est en 3NF, mais pas en BCNF (car en BCNF toutes les DFE sont issues d'une clé).

Pour avoir un schéma relationnel en BCNF, il faut décomposer Personne :

Personne(N°SS, #Région \rightarrow Région, Nom)
Région(Région, Pays)

Remarquons que les DF n'ont pas été préservées par la décomposition puisque N°SS et Pays ne déterminent plus Région.



À retenir

Pour prouver qu'une BD n'est pas redondante, on pourra se contenter de vérifier qu'elle est en BCNF.

Graphe des Dépendances Fonctionnelles

- Les DF peuvent être représentées à l'aide d'un graphe dont les nœuds sont les attributs impliqués dans les dépendances et les arcs représentent les dépendances elles-mêmes.
- Les arcs sont orientés de la partie gauche de la dépendance vers sa partie droite.
- L'origine d'un arc peut être multiple mais sa cible doit être un noeud unique.
- De ce fait il est nécessaire d'avoir pour la construction d'un graphe de dépendance fonctionnelle un ensemble canonique (conforme) de dépendances fonctionnelles.

13

Exemple :

F1 : RefProduit → LibelleProduit

F2 : RefProduit → PU

F3 : NumService → Adresse, Capacité

F4 : RefProduit, NumService → Quantité

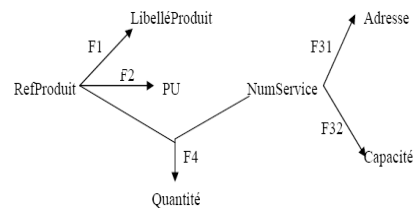
La dépendance fonctionnelle F3 n'est pas canonique, il faut donc la décomposer en deux dépendances fonctionnelles F31 et F32 :

F31 : NumService → Adresse

F32 : NumService → Capacité

14

Le graphe des dépendances est le suivant :



15

Questions de synthèse

Qu'est ce que la décomposition d'une relation ?

Pourquoi le respect de la première forme normale reste-t-il en partie subjectif ?

Quelle forme normale est généralement souhaitable pour un schéma relationnel ?

Couverture minimale

La couverture minimale est l'ensemble minimal des DFE :

- un seul attribut à droite : $A \rightarrow BC \implies A \rightarrow B, A \rightarrow C$
- il n'y a pas de DFE redondantes : $\forall (X \rightarrow A) \in \bar{F}, (\bar{F} - \{X \rightarrow A\}) \neq \bar{F}$
- les parties gauches sont "dégrossies" : $\forall (X \rightarrow A) \in \bar{F}, \nexists Z \subset X, ((\bar{F} - \{X \rightarrow A\}) \cup \{Z \rightarrow A\}) \neq \bar{F}$

Critères pour déterminer un ensemble minimal de DF à partir d'un ensemble F de DF :

- enlever les DF non-élémentaires :
 - une DF $X \rightarrow A$ est DFE si A ne dépend pas d'un sous-ensemble de X
- enlever les DF redondantes :
 - Une DF $X \rightarrow A$ de l'ensemble F des DF est redondante si elle est une conséquence $F - \{X \rightarrow A\}$.

Exemple

Considérons l'ensemble F de DF :

- $A \rightarrow B$
- $(B, C) \rightarrow D$
- $(A, C) \rightarrow (B, D, E)$
- $D \rightarrow E$

On réduit à droite des DF à un attribut (axiome de décomposition) :

- $A \rightarrow B$
- $(B, C) \rightarrow D$
- $(A, C) \rightarrow B$
- $(A, C) \rightarrow D$
- $(A, C) \rightarrow E$
- $D \rightarrow E$

La DF $(A, C) \rightarrow B$ n'est pas élémentaire du fait de la DF :

- $A \rightarrow B$

Autrement dit il suffit de connaître l'attribut A pour retrouver B .

\implies On peut donc éliminer la DF : $(A, C) \rightarrow B$

La DF $(A, C) \rightarrow D$ est conséquence de $A \rightarrow B$:

- $(A, C) \rightarrow (B, C)$ (axiome d'augmentation)
- $(A, C) \rightarrow D$ (transitivité avec $(B, C) \rightarrow D$)

\implies On peut donc éliminer la DF : $(A, C) \rightarrow D$

De même $(A, C) \rightarrow E$ se déduira de :

- $A \rightarrow B$
- $(B, C) \rightarrow D$
- $D \rightarrow E$

\implies On peut donc éliminer la DF : $(A, C) \rightarrow E$

Au final on trouve donc une couverture minimale :

- $A \rightarrow B$
- $(B, C) \rightarrow D$
- $D \rightarrow E$

constitués des DFE qui permettront de retrouver l'ensemble des DF initiales.