

Base de données temporalisées

Temporalité

Opérateurs relationnels temporels
PACK, UNPACK et USING
(fold, unfold et normalize)

TEM_02c
 120a
 2023-09-27

Christina.Khnaisser@USherbrooke.ca
 Luc.Lavoie@USherbrooke.ca

© 2018-2021, Μήτις (<http://info.usherbrooke.ca/lavoie>)
 CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

1

Plan

- **Rappels**
 - Prédicats et propositions
 - Type intervalle
- **Problématique d'unicité temporelle**
 - Contradiction
 - Redondance
 - Circonlocution
 - Compacité
- **Opérateurs relationnels**
 - EXPAND et COLLAPSE
 - PACK (fold) et UNPACK (unfold)
 - USING (normalize)

2023-09-27 MGED_TEM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v120a) © 2018-2021, Μήτις - CC BY-NC-SA 4.0
 Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

2

2

Rappels

Prédicat et proposition

○ Prédicat (relation)

- Toute relation représente un prédicat fermé.
- Exemple
Le patient *idPatient* habite la ville appelée *nomVille*
- Remarque
La relation détermine la ville de résidence de tous les patients pour lesquels elle est connue.

○ Proposition (tuple)

- Toutes les propositions dans la BD sont avérées (vraies).
- Exemple
Le patient P258517 habite la ville de Coaticook
- Remarque
Si la BD est normalisée, aucune autre proposition ne représente le même fait (à moins d'être liée par contrainte à toutes les autres propositions représentant le même fait).

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v170a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

3

3

Rappels

Exemple de prédicat

- Le patient *idPatient* (dont le numéro d'assurance maladie est *NAM*, le nom est *nom*, le prénom est *prenom*, né le *dateNaissance* habitant dans la ville *ville* et dont le nom et le prénom de la mère sont *nom_mere* et *prenom_mere*) possède un dossier à l'hôpital durant la période *periode*.

Patient
<u>idPatient</u>
NAM
nom
prenom
nom_mere
prenom_mere
dateNaissance
ville
periode

- Cette modélisation est fautive... nous verrons bientôt pourquoi!

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v170a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

4

4

Rappels

Type intervalle

- Point : un type ordonné, c'est-à-dire :
 - un ensemble fini
 - de valeurs discrètes
 - muni d'un ordre total.
- Intervalle :
 - ensemble fini non vide de points contigus,
 - noté $[d:f]$ avec $d \leq f$.
- Un intervalle est unitaire lorsque $|[d:f]| = 1$
(donc $d = f$)

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1709) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

5

5

Rappels

Exemples d'intervalle

- Exemple de type d'intervalles d'entiers :
 - `INTERVAL [INTEGER]`
- Exemples de types d'intervalles temporels :
 - `INTERVAL [DATE]`
 - `INTERVAL [TIMESTAMP]`
- Exemple de valeurs d'intervalles temporels :
 - `INTERVAL [d01:d01]`
 - `INTERVAL [d06:d13]`
 - `INTERVAL [d20:d99]`

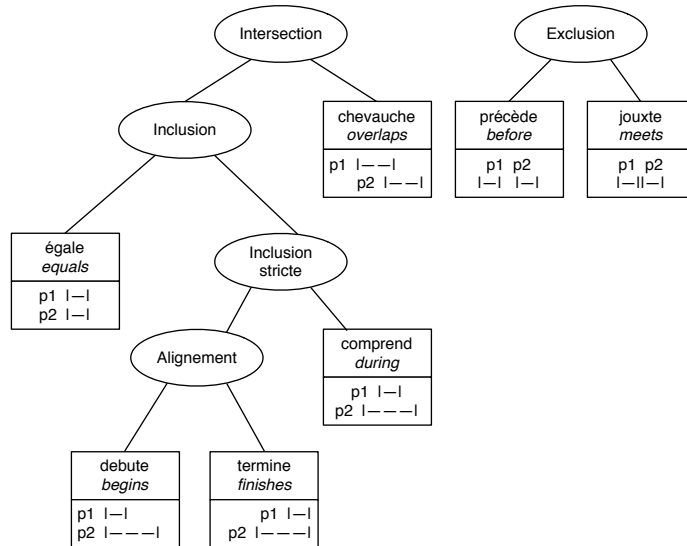
Aux fins de la présentation, par souci de simplicité,
les dates sont notées « di », avec $01 \leq i \leq 99$.

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1709) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

6

6

Rappels Opérations sur les intervalles (dits de Allen)



2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS - CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

7

7

Rappels Problématique d'unicité temporelle

La proposition :

- le patient idPatient possède un dossier à l'hôpital durant la période periode inclusivement.

VillePatient_periodique		
idPatient	ville	periode

idPatient	ville	periode
P1	Montréal	[d02:d04]
P1	Montréal	[d03:d05]
P2	Québec	[d02:d03]
P2	Québec	[d04:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]



2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS - CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

8

8

Rappels**Problématique d'unicité temporelle**○ **Contradiction**

- Deux tuples contiennent des données différentes pour la même période de validité (voir P3).

○ **Redondance**

- Deux tuples contiennent les mêmes données et que leurs périodes de validité se chevauchent (voir P1).

○ **Circonlocation**

- Deux tuples contiennent les mêmes données et leurs périodes de validité se jouxtent (voir P2).

idPatient	ville	periode
P1	Montréal	[d02:d04]
P1	Montréal	[d03:d05]
P2	Québec	[d02:d03]
P2	Québec	[d04:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

Rappels**Normalisation temporelle**

- Lorsqu'une relation ne présente aucune contradiction, redondance ni circolocation temporelle, elle est dite temporellement normalisée.

LA question

- Sous l'hypothèse d'une modélisation discrète du temps, l'expression de la temporalité d'une proposition par des points ou par des intervalles est-elle différente?
 - Quelles sont les conditions permettant de maintenir cette équivalence?
 - Pourquoi désire-t-on une telle équivalence?
 - Quelle est l'interprétation de la temporalité de la proposition lorsque ces conditions ne sont pas remplies?

LA réponse

- ... sera dévoilée en cours!
- Ou, plus humblement, une tentative de réponse partielle sera proposée en cours 😊

Opérateurs

- EXPAND et COLLAPSE
- PACK et UNPACK
- USING

Opérateurs relationnels EXPAND et COLLAPSE

○ Forme générales

- en entrée : un ensemble d'intervalles;
- en sortie : un ensemble d'intervalles.

○ Exemple

$x, y, z : \text{INTERVAL}[\text{DATE}]$
 $y := \text{EXPAND}(x)$
 $z := \text{COLLAPSE}(x)$

○ Note

- En algèbre relationnelle, ces fonctions prennent souvent la forme de fonction d'agrégation.

Opérateurs relationnels EXPAND et COLLAPSE

periode
[d02:d04]
[d03:d05]

- EXPAND : transforme un ensemble d'intervalles en un ensemble équivalent d'intervalles unitaires.

periode
[d02:d02]
[d03:d03]
[d04:d04]
[d05:d05]

- COLLAPSE : transforme un ensemble d'intervalles en un ensemble équivalent d'intervalles sans redondances ni circonlocution.

periode
[d02:d05]

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

15

15

Opérateurs relationnels PACK et UNPACK

○ Forme générale

- entrée : une relation et un attribut de type intervalle.
- sortie : une relation équivalente normalisation.

○ Syntaxe

- $s := \text{PACK } r \text{ ON } (x)$ -- normalisation dense
- $t := \text{UNPACK } r \text{ ON } (x)$ -- normalisation unitaire

○ Exemple

- $\text{patient1} := \text{PACK patient ON (periode)}$
- $\text{patient2} := \text{UNPACK patient ON (periode)}$

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

16

16

Opérateurs relationnels UNPACK et PACK

- UNPACK : décompose les tuples en regard d'intervalles unitaires (uniquement)

- UNPACK
r WHERE idPatient = P1
ON (periode)

idPatient	ville	periode
P1	Montréal	[d02:d04]
P1	Montréal	[d03:d05]
P2	Québec	[d02:d05]
P2	Québec	[d04:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

idPatient	ville	periode
P1	Montréal	[d02:d02]
P1	Montréal	[d03:d03]
P1	Montréal	[d04:d04]
P1	Montréal	[d05:d05]

- PACK : groupe les tuples ayant des périodes qui se chevauchent ou se jouxtent :

- PACK r ON (periode)

idPatient	ville	periode
P1	Montréal	[d02:d05]
P2	Québec	[d02:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

17

17

Opérateurs relationnels UNPACK et PACK (définition formelle)

- UNPACK r ON (a) \equiv
WITH (
r1 := r GROUP {a} AS x,
r2 := EXTEND r1 : {x := EXPAND(x)}
):
r2 UNGROUP x;
- PACK r ON (a) \equiv
WITH (
r1 := r GROUP {a} AS x,
r2 := EXTEND r1 : {x := COLLAPSE(x)}
):
r2 UNGROUP x;

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1720) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

18

18

Opérateurs relationnels

Exemple - UNPACK r ON (periode)

idPatient	ville	i
P1	Montreal	[d02:d04]
P1	Montréal	[d03:d05]
P2	Québec	[d02:d05]
P2	Québec	[d04:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

idPatient	ville	x
P1	Montreal	[d02:d04] [d03:d05]
P2	Québec	[d02:d05] [d04:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

idPatient	ville	x
P1	Montreal	[d02:d02] [d03:d03] [d04:d04] [d05:d05]
P2	Québec	[d02:d02] [d03:d03] [d04:d04] [d05:d05] [d06:d06]
P3	Ottawa	[d04:d04] [d05:d05] [d06:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d03] [d04:d04] [d05:d05] [d06:d06] [d07:d07] [d08:d08]

idPatient	ville	i
P1	Montreal	[d02:d02]
P1	Montreal	[d03:d03]
P1	Montreal	[d04:d04]
P1	Montreal	[d05:d05]
P2	Québec	[d02:d02]
P2	Québec	[d03:d03]
P2	Québec	[d04:d04]
P2	Québec	[d05:d05]
P2	Québec	[d06:d06]
P3	Ottawa	[d04:d04]
P3	Ottawa	[d05:d05]
P3	Ottawa	[d06:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d03]
P3	Sherbrooke	[d04:d04]
P3	Sherbrooke	[d05:d05]
P3	Sherbrooke	[d06:d06]
P3	Sherbrooke	[d07:d07]
P3	Sherbrooke	[d08:d08]

Opérateurs relationnels

Exercice - Pack r on (periode)

- Détailler les étapes du calcul de PACK r ON (periode)

- Résultat

idPatient	ville	periode
P1	Montreal	[d02:d05]
P2	Québec	[d02:d06]
P3	Ottawa	[d04:d06]
P3	Sherbrooke	[d03:d08]

- On remarque que les problèmes de redondance et de circonlocation sont résolus, mais pas celui de contradiction.

Opérateurs relationnels USING

Objectifs

- Faciliter la manipulation et l'interrogation des données temporalisées.
- Étendre la définition des opérateurs relationnels de façon à traiter les attributs de type intervalles.

Idée générale


- USING x : r1 <op> r2 \equiv
PACK
UNPACK r1 ON (x) <op> UNPACK r2 ON (x)
ON (x)

Notes

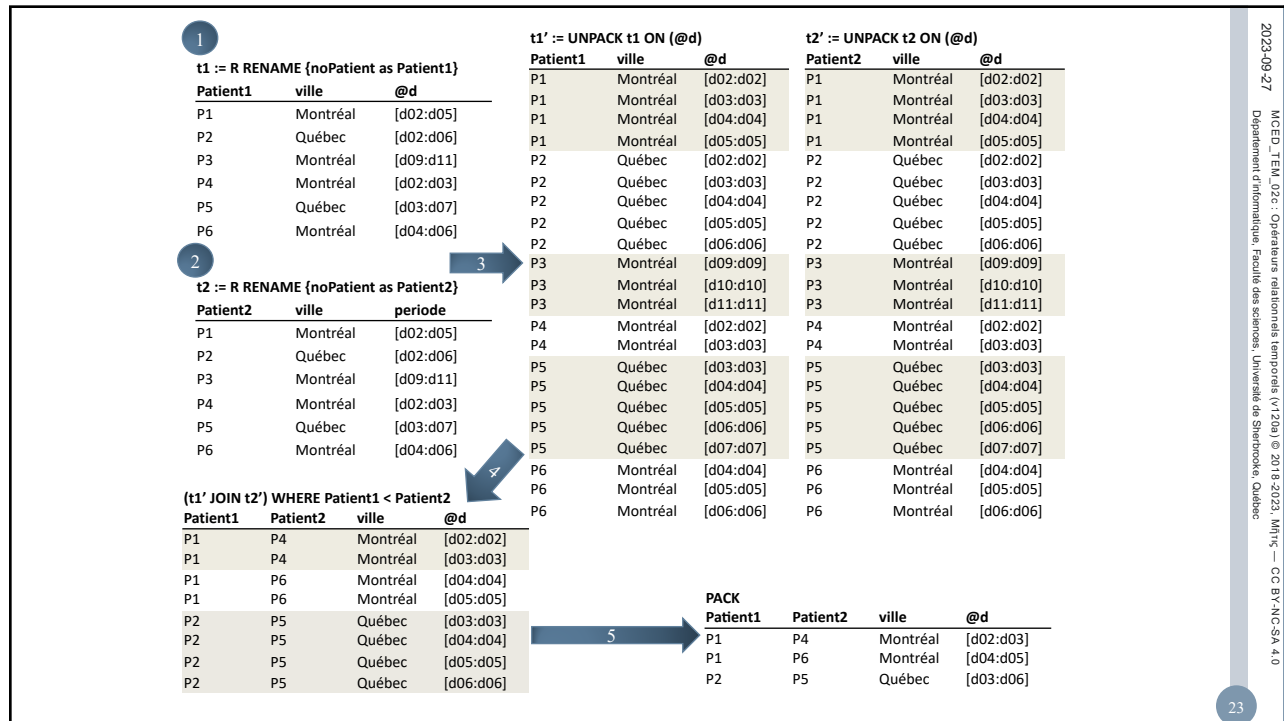
- Ceci s'étend aussi (naturellement) aux clés...
- Pourquoi?
- Comment?

Opérateurs relationnels Exemple de requête

- Trouver tous les patients qui ont habité dans la même ville en même temps et déterminer leur période de cohabitation.

R							
noPatient	ville	@d		Patient1	Patient2	ville	@d
P1	Montréal	[d02:d05]		P1	P4	Montréal	[d02:d03]
P2	Québec	[d02:d06]		P1	P6	Montréal	[d04:d05]
P3	Montréal	[d09:d11]		P2	P5	Québec	[d03:d06]
P4	Montréal	[d02:d03]					
P5	Québec	[d03:d07]					
P6	Montréal	[d04:d06]					

```
WITH (
  t1 := R RENAME {noPatient as Patient1},
  t2 := R RENAME {noPatient as Patient2},
  t3 := USING(@d) : (t1 JOIN t2) WHERE (Patient1 < Patient2)
) : t3 PROJECT {Patient1, Patient2, ville, @d}
```



23

Reformulations

- ou, reformulé de façon compacte,
 WITH (
 t2 := R RENAME {noPatient as p2},
 t3 := USING(@d) : (t JOIN t2) WHERE (noPatient < p2)
) : t3 PROJECT {noPatient, p2, ville, @d}
- ou, formulé de façon «encore plus compacte»,
 (USING(@d) : (t ⋈ (t ρ noPatient:p2))) σ (noPatient < p2))
 π {noPatient, p2, ville, @d}
- ou, formulé en SQL,
 with X as
 (
 using @d :
 select P1.noPatient, P2.noPatient as p2, ville, @d
 from R as P1 natural join R as P2
 where P1.noPatient < P2.noPatient
)
 select noPatient, p2, ville, @d
 from X

24

24

Concepts de base

La vraie nature de PACK et UNPACK

- UNPACK permet d'utiliser les opérateurs relationnels conventionnels.
- PACK permet de maintenir l'intégrité des données et de retourner des informations cohérentes.
- Ces opérations peuvent être généralisées en regard de plusieurs attributs.
- On remarque que UNPACK est commutatif et que PACK ne l'est pas.

2023-09-27

MCEO_TEM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1709) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

25

25

Concepts de base

La forme abrégée USING

- USING est un raccourci pratique pour effectuer les opérateurs relationnels de base :
 - projection, restriction, jointure,
 - union, différence,
 - renommage.
- Conséquemment, tous les opérateurs composés aussi :
 - intersection, semi-jointure, semi-différence,
 - extension, synthèse...

2023-09-27

MCEO_TEM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v1709) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

26

26

Concepts de base
USING appliqué aux opérateurs relationnels

- USING (listeA) : r PROJECT {ai, ..., an} \equiv
PACK((UNPACK r ON (listeA) PROJECT {ai, ..., an})
ON (listeA))
- USING (listeA) : r WHERE condition \equiv
PACK((UNPACK r ON (listeA)) WHERE condition)
ON (listeA))
- USING (listeA) : r1 JOIN r2 \equiv
PACK ((UNPACK r1 ON (listeA)) JOIN (UNPACK r2 ON (listeA)))
ON (listeA))

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v170a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

27

27

Concepts de base
USING appliqué aux opérateurs ensemblistes

- USING (listeA) : r1 UNION r2 \equiv
PACK((UNPACK r1 ON (listeA)) UNION (UNPACK r2 ON (listeA)))
ON (listeA))
- USING (listeA) : r1 INTERSECT r2 \equiv
PACK((UNPACK r1 ON (listeA)) INTERSECT (UNPACK r2 ON (listeA)))
ON (listeA))
- USING (listeA) : r1 EXCEPT r2 \equiv
PACK ((UNPACK r1 ON (listeA)) EXCEPT (UNPACK r2 ON (listeA)))
ON (listeA))

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v170a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

28

28

Concepts de base

USING appliqué aux opérateurs composés

- USING (listeA) : EXTEND r : {ai, ..., an} \equiv
 PACK((UNPACK r ON (listeA) EXTEND {ai, ..., an})
 ON (listeA))
- ...

Concepts de base

USING appliqué aux affectations

- USING (listeA) : INSERT t IN r \equiv
 r := USING (listeA) : r UNION RELATION[t]
- USING (listeA) : DELETE t IN r \equiv
 r := USING (listeA) : r EXCEPT RELATION[t]
- USING (listeA) : DELETE r WHERE condition \equiv
 r := USING (listeA) : r WHERE NOT (condition)

Concepts de base
 USING appliqué à la modification

○ USING (listeA) : UPDATE r
 WHERE condition { listeAffectations } \equiv

 WITH (
 t1 := UNPACK r ON (listeA),
 t2 := t1 WHERE NOT (condition),
 t3 := t1 EXCEPT t2,
 t4 := EXTEND t3 : { listeAffectations },
 t5 := t2 UNION t4) :
 r := PACK t5 ON (listeA)

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v120a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
 Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

31

31

Concepts de base
 USING appliqué aux clés

○ r USING (listeA) : KEY {k} \equiv
 (UNPACK r ON (listeA)) KEY ({k} \cup {listeA})

○ r1 USING (listeA) : FOREIGN KEY {k} REFERENCES r2 \equiv
 (UNPACK r1 ON (listeA))
 FOREIGN KEY ({k} \cup {listeA})
 REFERENCES (UNPACK r2 ON (listeA))

2023-09-27 MGED_TFM_02c - Opérateurs relationnels temporels (v120a) © 2018-2023, MHTS — CC BY-NC-SA 4.0
 Département d'informatique, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Québec

32

32

