



الفصل الحادي عشر: إدارة المناقلات والتحكم المتزامن

الصفحة	العنوان
3	1. مقدمة
3	2. المناقلات
5	3. خصائص المناقلات (ACID)
5	1.3 الكتلية Atomicity
5	2.3 التسلسلية Consistency
5	3.3 العزل Isolation
5	4.3 الاستمرارية Durability
7	4. سجل المناقلات
8	5. التحكم المتزامن
8	1.5 التعديلات الضائعة
9	2.5 المعطيات غير المؤكدة
10	3.5 الاسترجاعات غير المتسقة
12	6. المجدول
13	7. التحكم المتزامن بالمناقلات (خوارزميات الإقفال)
13	1.7 مستويات الإقفال
16	2.7 أنماط الإقفال
17	3.7 أنظمة القفل على مرحلتين
18	4.7 مشكلة الإقفال المتبادل
19	5.7 الأختام الزمنية
20	8. إدارة التعافي في قواعد المعطيات
22	9. المراجع

الكلمات المفتاحية:

مناقلة، اتساق المعطيات، الكتلية، الاستمرارية، التسلسلية، العزل، تأكيد التغييرات COMMIT، التراجع عن التغييرات ROLLBACK، سجل المناقلات، التحكم المتزامن، التنفيذ المتزامن، مشكلة التعديلات الضائعة، مشكلة المعطيات غير المؤكدة، مشكلة الاسترجاعات غير المتسقة، خوارزميات القفل، طرائق الأختام الزمنية، قفل ثنائي، قفل مشترك، قفل حصري، القفل على مستوى قاعدة المعطيات، القفل على مستوى الجدول، القفل على مستوى الصفحة، القفل على مستوى السطر، القفل على مستوى الحقل، بروتوكول الإقفال على مرحلتين، تضارب الأقفال، الإقفال المتبادل، العناق المमित، الاستبعاد المتبادل، منع حصول الإقفال المتبادل، اكتشاف الإقفال المتبادل، تجنب الإقفال المتبادل، إدارة التعافي، بروتوكول كتابة سجل المناقلات أولاً، سجلات مناقلات مكررة، خازنات قواعد المعطيات، الكتابة المؤجلة، التعديل المؤجل، الكتابة المباشرة، التعديل المباشر.

ملخص:

يتم في هذا الفصل التعرف على المناقلات وكيف تتم إدارة عملية المزامنة فيما بينها في أنظمة إدارة قواعد المعطيات.

الأهداف التعليمية:

يهدف هذا الفصل التعريف بالمفاهيم التالية:

- المناقلات وخصائصها
- كيف تتم إدارة مناقلات قواعد المعطيات
- ما هو التحكم المتزامن وما هو الدور الذي يلعبه في تحقيق تكامل قواعد المعطيات
- ما هي طرائق القفل وكيف يعمل
- كيف تتم إدارة التعافي في صيانة قواعد المعطيات

1. مقدمة

في هذا الفصل سنعرض حالات متقدمة لاستخدام تعليمة Select موضوع الفصل السابق، وتتمت أساسية في لغة الاستعلام المهيك تعكس مناقلات قواعد المعطيات، الإجراءات الحقيقية التي تجري من حولنا كشراء منتجات أو تسجيل معلومات شخصية أو إيداع أو سحب من حساب في بنك معين.

تتكون المناقلات من أجزاء مختلفة، فإجراء مناقلة بيع على سبيل المثال يمكن أن يؤدي إلى إجراء مناقلة تحديث لحساب الزبون وأخرى لتعديل موجودات المستودع وثالثة لتعديل حساب البائع بزيادة قيمة المنتج المباع.

ينبغي أن تنجح كافة أجزاء المناقلة لكي يتم ضمان صحة وسلامة وتكامل المعطيات المخزنة، وبالتالي تعد نظم إدارة وتنفيذ المناقلات من أهم نظم إدارة قواعد المعطيات.

2. المناقلات

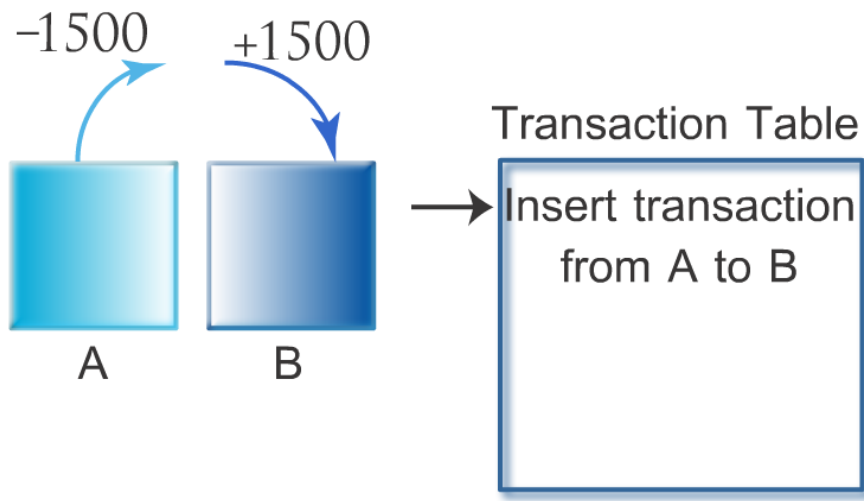
هي كل فعل يؤدي إلى قراءة و/أو كتابة في قاعدة المعطيات، بحيث يمكن أن تتكون المناقلة من استعلام بسيط أو من مجموعة عبارات لتحديث المعطيات في جدول معين أو من مجموعة معطيات أخرى لإضافة المعطيات إلى جدول ما، أو من مزيج من العبارات السابقة. والمناقلة عبارة عن وحدة عمل منطقية، إما أن تتم بالكامل أو أن تلغى بالكامل.

والمناقلة الناجحة هي التي تنقل قاعدة المعطيات من حالة منسقة إلى حالة منسقة أخرى، -بحيث يقال عن قاعدة المعطيات بأنها منسقة إذا ما كانت تحقق كافة شروط تكامل المعطيات- بالتالي، ولضمان الحفاظ على اتساق قاعدة المعطيات ينبغي على المناقلة أن تنطلق اعتماداً على حالة أولية منسقة.

يطلق على كل استعلام بسيط بلغة الاستعلام القياسية SQL اسم طلب من قاعدة المعطيات، فالمناقلة التي تتكون من عمليتي تحديث وعملية إدخال تتكون بالتالي من ثلاثة طلبات لقاعدة المعطيات، ويولد كل طلب قاعدة معطيات العديد من عمليات الدخل/خرج والتي تقرأ أو تكتب على القرص الصلب.

المثال التالي هو مناقلة تتألف من ثلاث طلبات على قاعدة المعطيات:

- تسجيل حركة نقل مبلغ 15000 من حساب A إلى حساب B
- حسم مبلغ 15000 من حساب A
- اضافة مبلغ 15000 إلى حساب B

**Account**

Id	Name	balance
1	A	50000
2	B	10000
3	C	75000

Trans

Id	Acc_from	Acc_to	Sm	Date
1	1	2	15000	1-1-2015

Begin transaction

Insert into Trans values (1,1,2,15000,'1-1-2015');

Update account set balance=balance-15000 where id=1;

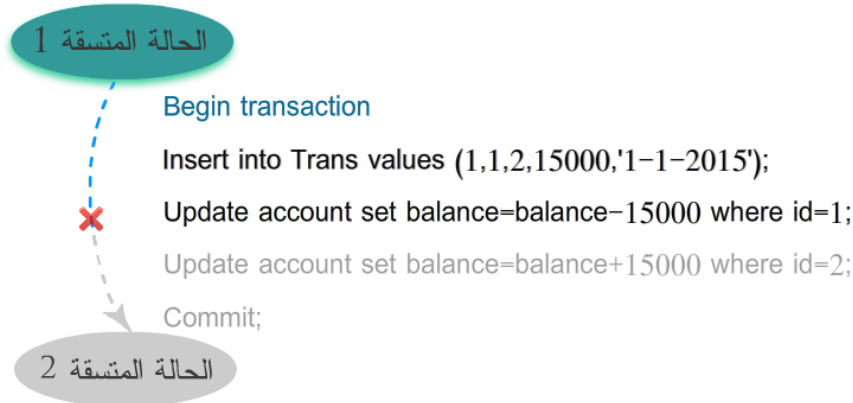
Update account set balance=balance+15000 where id=2;

Commit;

تعريف الطلبات الثلاث السابقة كمناقلة واحدة، يضمن نقل قاعدة البيانات من حالة متسقة إلى حالة متسقة أخرى، ولفهم ذلك سنفرض أن خطأ ما حدث بعد تنفيذ الطلب الثاني (حسم من حساب A)، ونناقش الحالتين (وضع الطلبات ضمن مناقلة واحدة، تنفيذ الطلبات الثلاث على التوالي دون تعريف مناقلة).

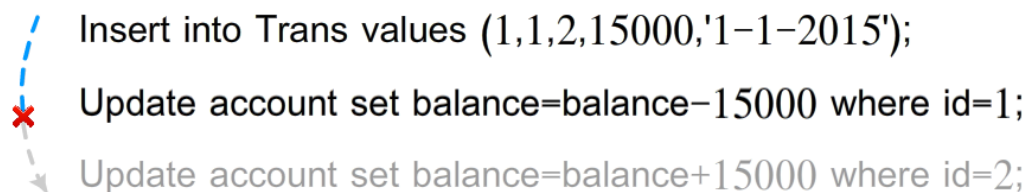
الحالة الأولى (الطلبات الثلاث موضوعة ضمن مناقلة واحدة):

في هذه الحالة سيتم تسجيل الحركة في جدول Trans، ومن ثم سيتم حسم 15000 من حساب A، وبما أن الخطأ حصل قبل الوصول إلى نهاية المناقلة، يجري التراجع (Rollback) عن العمليتين السابقتين لتعود قاعدة المعطيات إلى حالتها المتسقة الأولى.



الحالة الثانية (الطلبات الثلاث تنفذ على التوالي دون مناقلة):

في هذه الحالة سيتم تسجيل الحركة في جدول Trans، ومن ثم سيتم حسم 15000 من حساب A، ولن يضاف مبلغ 15000 إلى حساب B، بسبب حدوث الخطأ (انقطاع التيار الكهربائي مثلاً)، بمعنى أن المبلغ حسم من حساب دون أن يضاف إلى حساب آخر، وهو ما يعكس خطأً في البيانات المسجلة في قاعدة المعطيات. في الحالة الأولى مجموع أرصدة الحسابات هو 135000 قبل تنفيذ المناقلة وبعدها، بينما في الحالة الثانية سيصبح مجموع أرصدة الحسابات 120000 علماً أن الحركة التي كان من المفترض أن تتم هي نقل مبلغ من حساب لآخر، والطبيعي أن لا يتغير مجموع أرصدة الحسابات.



باستخدام المناقلة	Account			Account		
	Id	Name	balance	Id	Name	balance
	1	A	50000	1	A	35000
	2	B	10000	2	B	25000
	3	C	75000	3	C	75000
	الحالة المتسقة الأولى			الحالة المتسقة الثانية		
من دون استخدام مناقلة	Account			Account		
	Id	Name	balance	Id	Name	balance
	1	A	50000	1	A	35000
	2	B	10000	2	B	10000
	3	C	75000	3	C	75000
	الحالة الأولى			الحالة الثانية		

3. خصائص المناقلات (ACID)

الكتلية Atomicity

وتعني وجوب تنفيذ كافة أجزاء المناقلة -أي طلبات قاعدة المعطيات- ككتلة واحدة، فإذا لم يتم تنفيذها بالكامل ينبغي التراجع عنها بالكامل، -أو بطريقة أخرى- ينبغي التعامل مع المناقلة على أنها كتلة عمل منطقية وحيدة وغير قابلة للتجزئة.

التسلسلية Consistency

وتعني استمرار اتساق قاعدة المعطيات بعد تنفيذ عدة مناقلات مترامنة، خاصة في قواعد المعطيات الموزعة أو متعددة المستخدمين.

العزل Isolation

أي لا يمكن استخدام معطيات من قبل مناقلة إذا ما كان هناك مناقلة أخرى تستخدم تلك المعطيات.

الاستمرارية Durability

وتعني استمرارية اتساق قاعدة المعطيات، أي أن قاعدة المعطيات ينبغي أن تنتقل بعد تنفيذ المناقلة من حالة متسقة إلى حالة متسقة أخرى لا يمكن فقدانها حتى ولو فشل النظام ككل.

نلاحظ مما سبق أن خاصتي التسلسلية والعزل محققتان في نظام وحيد المستخدم، لأن المناقلات يتم تنفيذها كل على حده، في حين ينبغي ضمان الكتلية والاستمرارية.

4. سجل المناقلات

تنقل المناقلات قاعدة المعطيات من حالة متسقة لأخرى، باستخدام مفهومي تأكيد التعليمات (Commit)، والتراجع للحالة البدئية (Rollback).

وتستخدم أنظمة إدارة قواعد المعطيات سجل المناقلات لكي تتبع مسير كافة العمليات التي تقوم بها المناقلات والتي تتغير فيها حالة قاعدة المعطيات، مما يساعد في استرجاع حالات متسقة.

يحتوي السجل على المعلومات التالية:

- إشارة إلى بداية المناقلة.
- تفصيل حول كل طلب قاعدة معطيات محتوى في المناقلة.
- نوع العملية المنفذة (إضافة، حذف، تعديل)
- اسم الغرض المتأثر بتلك العملية (الجدول)
- القيم السابقة واللاحقة للحقول المتغيرة
- مؤشرات إلى القيم السابقة واللاحقة، أي مداخل سجلات المناقلة
- إشارة إلى نهاية المناقلة

ويتميز سجل المناقلات بما يلي:

- بناء واستخدام السجل يمكن أن يزيد من العبء المفروض على نظام إدارة قواعد المعطيات، ولكن يمكن تخطي ذلك مقارنةً بالمنفعة التي يمكن الحصول عليها منه.
- يعتبر السجل بحد ذاته، قاعدة معطيات يتم إدارتها من قبل نظام إدارة قواعد المعطيات كأية قاعدة معطيات أخرى، وهو معرض بالتالي إلى كافة الأخطار التي تتعرض لها قواعد المعطيات كفشل القرص الصلب أو مشاكل تتعلق بالمساحة وامتلاء سعة القرص.
- يقوم نظام إدارة قواعد المعطيات باستدعاء تعليمة ROLLBACK على بعض أجزاء السجل أي على المناقلات غير المنتهية.

فيما يلي عرض للسجل الذي يعبر عن المناقلة التي تم تحويل 15000 من الحساب A إلى الحساب B:

رقم السطر	رقم المناقلة	السابق	التالي	العملية	الجدول	معرف السطر	الوصافة	القيمة السابقة	القيمة الجديدة
341	50	NULL	352	START	*بداية مناقلة	-	-	-	-
352	50	341	363	اضافة	حركة	1	ld, acc_from, Acc_to, sm, Date	1, 1, 2, 15000, 1-1-2015	1, 1, 2, 15000, 1-1-2015
363	50	352	365	تعديل	حساب	1	balance	50000	35000
365	50	363	366	تعديل	حساب	2	balance	10000	25000
366	50	365	NULL	COMMIT	*نهاية مناقلة	-	-	-	-

5. التحكم المتزامن

يُعبّر التحكم المتزامن عن الإدارة والإشراف على التنفيذ المتزامن للمناقلات في نظام إدارة قواعد معطيات متعدد المستخدمين. وهو ضمان لتحقيق خاصية تسلسلية المناقلات في بيئة قواعد معطيات متعددة المستخدمين. هناك ثلاثة أنواع رئيسية من المشاكل التي يمكن أن تحدث نتيجةً للتنفيذ المتزامن للمناقلات وهي: مشكلة التعديلات الضائعة ومشكلة المعطيات غير المؤكدة ومشكلة الاسترجاعات غير المتسقة. سنقوم فيما يلي بشرح كل مشكلة من المشاكل السابقة بالتفصيل.

التعديلات الضائعة

تحصل مشكلة التعديلات الضائعة عندما تقوم مناقلتان بإجراء مجموعة من التعديلات على نفس الحقل في قاعدة المعطيات بشكل متزامن.

مثال: لنفترض وجود المناقلتين التاليتين:

T1: تقوم بشراء 100 وحدة من منتج معين - **T2:** تقوم ببيع 30 وحدة من نفس المنتج.

وأن جدول المنتج يحتوي على 35 وحدة من ذلك المنتج حالياً،

فإن التنفيذ المنطقي سيكون وفق المخطط التالي: ولكن لنفترض أن التنفيذ السابق للمناقلتين قد تم كما يلي:

الزمن	المناقلة	الخطوة	قيمة الحقل "كمية"
1	T1	قراءة الحقل "كمية"	35
2	T2	قراءة الحقل "كمية"	35
3	T1	إضافة 100 وحدة	-
4	T2	حذف 30 وحدة	-
5	T1	كتابة النتيجة	135
6	T2	كتابة النتيجة	5

الزمن	المناقلة	الخطوة	قيمة الحقل "كمية"
1	T1	قراءة الحقل "كمية"	35
2	T1	إضافة 100 وحدة	-
3	T1	كتابة النتيجة	135
4	T2	قراءة الحقل "كمية"	135
5	T2	حذف 30 وحدة	-
6	T2	كتابة النتيجة	105

نلاحظ أنه في الخطوة رقم 5/ من الجدول السابق قد حصلت مشكلة تتعلق بالتزامن بين المناقلتين T1 و T2 وكانت النتيجة ضياع في التعديلات.

المعطيات غير المؤكدة

تحصل ظاهرة المعطيات غير المؤكدة عندما تُنفَّذ مناقلتان بشكل متزامن بحيث تقوم الأولى بالتراجع عن التنفيذ بعد أن تقوم الثانية بقراءة المعطيات المكتوبة من قبل الأولى، مما يهدد خاصة العزل التي يجب أن تتحقق في المناقلات.

مثال:

لنحاول تطبيق نفس المثال السابق لنشرح من خلاله كيف يمكن أن تقع هذه المشكلة:

T1: تقوم بشراء 100 وحدة من منتج معين - **T2:** تقوم ببيع 30 وحدة من نفس المنتج.

وجداول المنتج يحتوي على 35 وحدة من ذلك المنتج حالياً.

إن التنفيذ المنطقي سيكون وفق المخطط التالي: ولكن لنفترض أن التنفيذ السابق للمناقلتين قد تم كما يلي:

الزمن	المناقلة	الخطوة	قيمة الحقل "كمية"
1	T1	قراءة الحقل "كمية"	35
2	T1	إضافة 100 وحدة	-
3	T1	كتابة النتيجة	135
4	T2	قراءة الحقل "كمية"	135
5	T2	حذف 30 وحدة	-
6	T1	ROLLBACK	35
7	T2	كتابة النتيجة	105

الزمن	المناقلة	الخطوة	قيمة الحقل "كمية"
1	T1	قراءة الحقل "كمية"	35
2	T1	إضافة 100 وحدة	-
3	T1	كتابة النتيجة	135
4	T1	ROLLBACK	35
5	T2	قراءة الحقل "كمية"	35
6	T2	حذف 30 وحدة	-
7	T2	كتابة النتيجة	5

نلاحظ أنه في الخطوة رقم 4/ من الجدول السابق قد حصلت مشكلة تتعلق بالتزامن بين المناقلتين T1 و T2 وكانت النتيجة قراءة معطيات غير مؤكدة.

الاسترجاعات غير المتسقة

تحصل ظاهرة الاسترجاعات غير المتسقة عندما تقوم مناقلة ما بتطبيق تابع تجميعي معين على مجموعة معطيات بينما تقوم مناقلات أخرى بتحديث تلك المعطيات، أي يمكن أن تقوم مناقلة بقراءة معطيات قبل أو بعد أن تتغير وبالتالي تنتج حالات غير متسقة.

مثال:

لنفترض المناقلة T1 تقوم بحساب مجموع كميات كافة المنتجات الموجودة في الجدول "منتج"، بينما تقوم المناقلة T2 بنفس الوقت بتحديث كمية منتجين محددين من ذلك الجدول. لنفترض الآن وجود القيم التالية في جدول "منتج":

رقم المنتج	"الكمية" قبل التعديل	"الكمية" بعد التعديل
11	8	8
13	32	32
46	15	15+10=25
58	23	23-10=13
17	8	8
18	6	6
المجموع	92	92

نلاحظ من الجدول أن المجموع قبل التعديل يساوي 92، ولكن تحدث مناقلتان في المعطيات بحيث تضيف إحداهما 10 وحدات إلى المنتج 46 وتقتص الأخرى 10 وحدات أيضاً من المنتج 58، فبالتالي ينبغي أن يكون المجموع مساوياً للقيمة 92 أيضاً.

مثال:

لنفترض الآن السيناريو التالي:

الزمن	المناقلة	الخطوة	القيمة	المجموع
1	T1	قراءة كمية المنتج 11	8	8
2	T1	قراءة كمية المنتج 13	32	40
3	T2	قراءة كمية المنتج 46	15	
4	T2	إضافة 10 وحدات	-	
5	T2	كتابة القيمة الجديدة	25	
6	T1	قراءة كمية المنتج 46	25	65
7	T1	قراءة كمية المنتج 58	23	88
8	T2	قراءة كمية المنتج 58	23	
9	T2	حذف 10 وحدات	-	
10	T2	كتابة القيمة الجديدة	13	
11	T2	COMMIT		
12	T1	قراءة كمية المنتج 17	8	96
13	T1	قراءة كمية المنتج 18	6	102

نلاحظ في الخطوة رقم /7/ من الجدول السابق أن المناقلة T1 التي تقوم بتطبيق التابع التجميعي قد قرأت قيمة كمية المنتج 58 قبل التحديث، ثم من الخطوة رقم /8/ إلى الخطوة رقم /11/ تتم عملية تحديث قيمة المنتج 58 من قبل المناقلة T2 وتخزين القيمة الجديدة، مما يؤدي إلى حالة عدم اتساق قاعدة المعطيات، لأن نتيجة تنفيذ المناقلة T1 - أي نتيجة تنفيذ التابع التجميعي - مخالفة لمحتويات قاعدة المعطيات الفعلية.

6. المجدول

- يمكن أن تنشأ العديد من المشاكل عندما يتم تنفيذ عدّة مناقلات بشكل متزامن
- تنقل عدّة مناقلات قاعدة المعطيات من حالة متّسقة إلى أخرى
- يمكن أن نضمن اتّساق قاعدة المعطيات فقط قبل وبعد تنفيذ المناقلات
- بما أنه لا يمكن على الحاسب أن يقوم بتنفيذ عدّة تعليمات في آن واحد، فإنه لا بد من تنفيذ المناقلات بشكل متسلسل، مما قد يؤدي إلى حرمان بعض المناقلات من الحصول على معطيات تمتلكها مناقلات أخرى
- تظهر مشكلة التضارب بين المناقلات بوضوح عندما تقوم عدّة مناقلات باستخدام نفس المعطيات، عندئذٍ ينبغي حل تلك المشكلة من خلال تحديد ترتيب معين يسمح لكل المناقلات باستخدام المعطيات بشكل سليم.

يوضح الشكل التالي كيف يمكن أن يحدث التضارب في المعطيات فيما بين المناقلات:

النتيجة	المناقلات		
	T1	T2	
لا يوجد تضارب	قراءة	قراءة	العملية
تضارب	كتابة	قراءة	
تضارب	قراءة	كتابة	
تضارب	كتابة	كتابة	

يعالج نظام إدارة قواعد المعطيات تلك المشكلة من خلال برنامج خاص يقوم بإدارة ترتيب تنفيذ المناقلات المتزامنة بحيث يضمن تحقق تسلسل وعزل المناقلات وذلك بالاعتماد على خوارزميات وطرائق خاصة كخوارزميات القفل أو طرائق الأختام الزمنية.

7. التحكم المتزامن بالمناقلات (خوارزميات الإقفال)

- يضمن الإقفال الاستخدام الحصري للمعطيات من قبل مناقلة معينة
- يمكن أن تقوم مناقلة ما بقفل معطيات معينة بحيث تمنع مناقلات أخرى من الحصول على تلك المعطيات إلى أن يتم تحرير القفل من قبل المناقلة التي وضعته
- تتم إدارة الأقفال من خلال برنامج خاص يتولّى منح القفل أو استرداده من المناقلات
- يمكن أن يتم الإقفال على عدّة مستويات وهي: قاعدة المعطيات، الجدول، الصفحة، السطر، الحقل
- هناك نوعان أساسيان من الأقفال هما: الأقفال الثنائية والأقفال المشتركة/الحصرية

مستويات الإقفال:

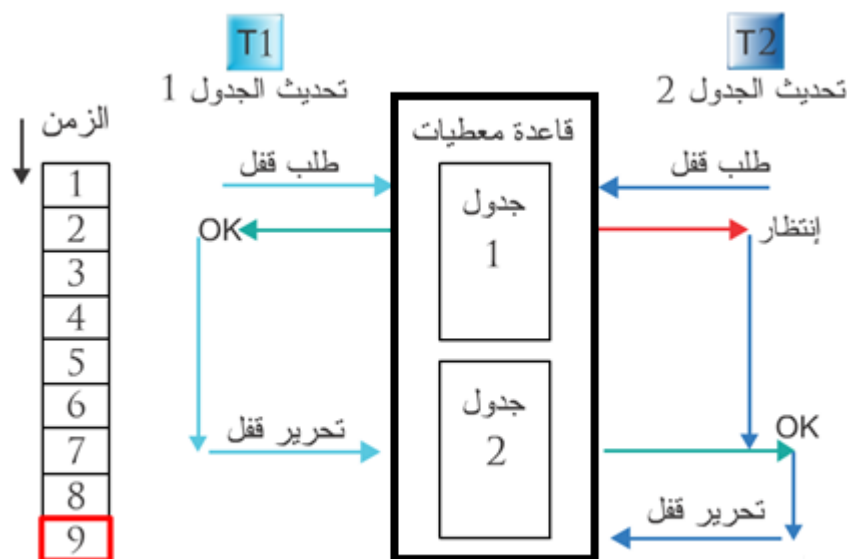
يمكن أن يتم الإقفال على عدّة مستويات وهي: قاعدة المعطيات، الجدول، الصفحة، السطر، الحقل.

القفل على مستوى قاعدة المعطيات

يتم في هذا المستوى قفل قاعدة المعطيات ككل مع كافة جداولها ومنحها لمناقلة معينة في حين تمنع كافة المناقلات الأخرى من الولوج إلى قاعدة المعطيات ريثما يتم تحرير القفل.

يمكن هنا أن نستنتج عدم فعالية هذا النوع من مستويات القفل في نظم إدارة قواعد المعطيات متعددة المستخدمين، وخاصة إذا ما أخذنا بعين الاعتبار البطء الشديد الذي يمكن أن ينتج كلما ازدادت المناقلات.

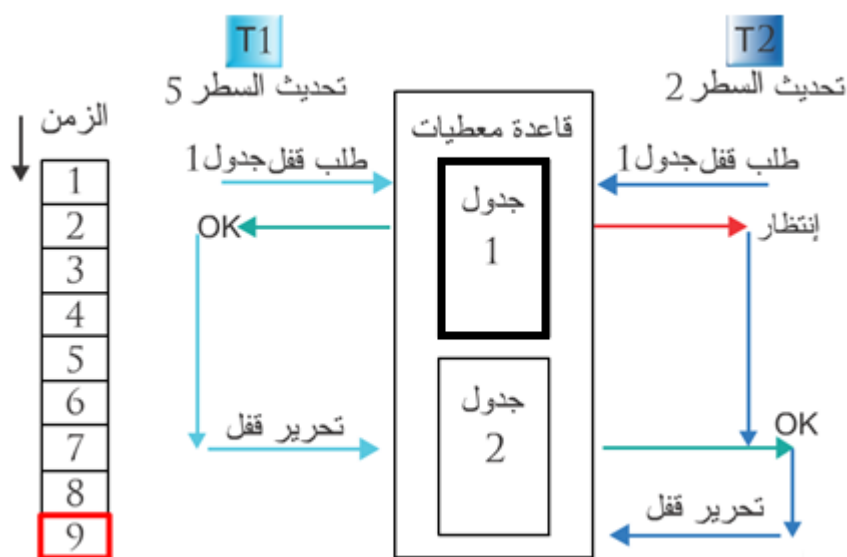
يوضح الشكل التالي كيف يتم إجراء القفل على مستوى قاعدة المعطيات:



القفل على مستوى الجدول

يتم في هذا المستوى قفل جدول بالكامل بحيث تُمنع مناقلة ما من دخول ذلك الجدول إذا ما كانت هناك مناقلة أخرى تستخدم معطيات منه.

نلاحظ أن هذا النوع من الأقفال يعد أكثر أريحية من المستوى السابق ولكن تبقى نفس المشكلة، أي فيما إذا كان هناك العديد من المناقلات التي تحاول ولوج نفس الجدول في آن واحد.
يوضح الشكل التالي كيف يتم إجراء القفل على مستوى الجدول:

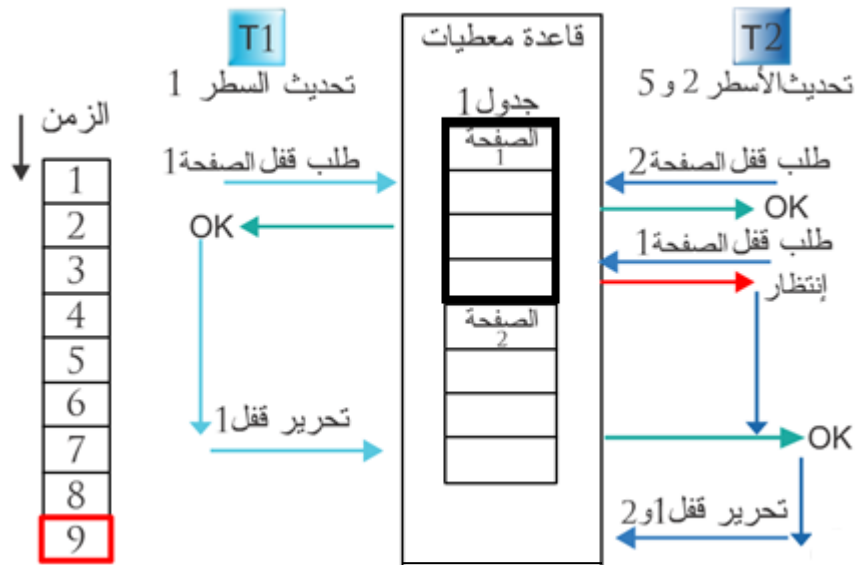


القفل على مستوى الصفحة

يقصد بالصفحة الكتلة من القرص، يتم في هذا المستوى قفل الصفحة بالكامل عندما يتم طلبها من مناقلة قبل معينة.

يعتبر هذا النوع من الأقفال مناسباً لبيئة نظم إدارة قواعد المعطيات متعددة المستخدمين، ولكن تتمثل سيئاته بأن الصفحة يمكن أن تحتوي على العديد من الأسطر، وبالتالي فإن قفل كل الصفحة يمكن أن يؤدي إلى حرمان مناقلات أخرى من أسطر معينة لا يتم استخدامها من قبل المناقلات التي طلبت القفل.

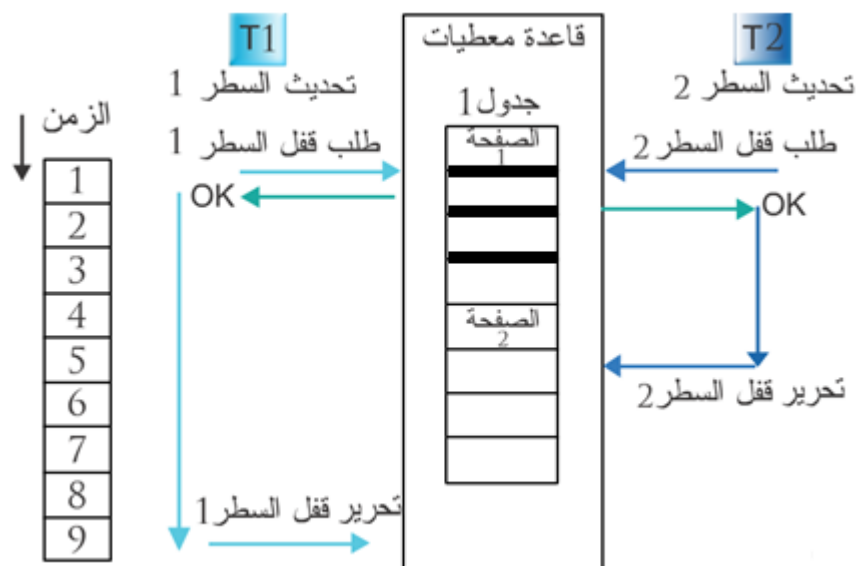
يوضح الشكل التالي كيف يتم إجراء القفل على مستوى الصفحة:



القفل على مستوى السطر

وهو أسلوب أقل تقييداً من المستويات السابقة في القفل، بحيث يسمح لعدة مناقلات بالولوج إلى عدة أسطر مختلفة في جدول معين حتى ولو كانت تلك الأسطر في نفس الصفحة. تبرز سيئات هذه الطريقة من خلال العبء المتولد نتيجةً لكثرة المعالجة المفروضة على كل سطر من أسطر الجداول.

يوضح الشكل التالي كيف يتم إجراء القفل على مستوى السطر:



القفل على مستوى الحقل

وهو أكثر أنواع مستويات القفل ملائمة للبيئة متعددة المستخدمين ولكن -على الرغم من ذلك- نادراً ما يتم استخدام هذه الطريقة وذلك للعبء الكبير جداً المتولد على الحاسب نتيجةً لتطبيقها.

أنماط الإقفال

هناك نوعان أساسيان من الأقفال التي تستخدمها نظم إدارة قواعد المعطيات، وهي:
الأقفال الثنائية والأقفال المشتركة/الحصرية

الأقفال الثنائية

1. يتميز القفل الثنائي بحالتين وحيدتين هما: مقفول (1) و غير مقفول (0).
2. ما أن يتم قفل غرض معين سواء كان قاعدة معطيات أو جدول أو صفحة أو سطر أو حتى حقل من قبل مناقلة معينة، فإنه لا يمكن أبداً لأية مناقلة أخرى أن تستخدم ذلك الغرض ما لم تقم الأولى بتحرير قفله
3. ينبغي بالتالي أن تقوم كل مناقلة بقفل أو حجز كافة الموارد أو الأغراض التي تريد استخدامها، وهذه العملية تتم على عاتق نظام إدارة قواعد المعطيات
4. يمكن أن نلاحظ سيئة في هذا النمط من الأقفال تكمن في كونها شديدة جداً ولا تدعم التنفيذ المتزامن، فعلى سبيل المثال لنفترض وجود مناقلتين تقومان بقراءة غرض معين، بالتالي -وفي ظل استخدام نمط الأقفال الثنائية- سوف لن يسمح نظام إدارة قواعد المعطيات للمناقلتين بقراءة الغرض بنفس الوقت حتى ولو لم تقم أياً منهما بإجراء أية تعديلات على ذلك الغرض.

الأقفال المشتركة/الحصرية

- يُعبر القفل الحصري عن الحالة التي ينبغي فيها منح حقوق حصرية لمناقلة معينة بالولوج إلى غرض ما دون غيرها من المناقلات، أو في الحالات التي يحتمل حدوث تضارب بالمعطيات.
- يُعبر القفل المشترك عن الحالة التي يمكن فيها لمناقلتين أن تلجأ إلى معطيات مشتركة للقراءة فقط، بحيث لا يمكن أن تولد عمليات قراءة المعطيات أي تضارب فيما بين المناقلات.
- يمنح القفل المشترك على العنصر X إلى أية مناقلة تريد قراءة ذلك العنصر حتى ولو وجد على العنصر X قفل مشترك من قبل مناقلة أخرى.
- يمنح القفل الحصري على العنصر X إلى مناقلة ما، فقط إذا لم يكن على ذلك العنصر أي قفل من أي نمط.

- تطلق تسمية **الاستبعاد المتبادل** على السيناريو التالي:
إذا وجد قفل مشترك أو حصري على عنصر المعطيات X من قبل المناقلة T1، فإنه لا يمكن لمناقلة أخرى T2 أن تحصل على قفل حصري على X، إنما ينبغي على T2 أن تنتظر حتى تقوم T1 بتحرير العنصر X وتنفيذ التعليمة COMMIT.

وعلى الرغم من أن استخدام هذا النمط من الأقفال يحسن من أسلوب ولوج المعطيات ويضمن السلامة والتكامل، إلا أنه يزيد من العبء المفروض على مدير الأقفال وذلك بسبب ما يلي:

1. ينبغي أن تتم معرفة نوع القفل قبل أن يتم منحه للمناقلة
2. هناك ثلاثة أنواع مختلفة من العمليات المطبقة على الأقفال، وهي اختبار نوع القفل، ومنح القفل، وتحرير القفل
3. لقد تم تحسين النموذج ليشتمل على تطوير نوع القفل أي تحويله من مشترك إلى حصري، أو تخفيضه أي تحويله من حصري إلى مشترك.

المشاكل التي يمكن أن تنشأ نتيجة لاستخدام الأقفال المشتركة والحصرية:

- يمكن أن تتهدد خاصية تسلسلية المناقلات
- يمكن أن تتولد حالات **إقفال متبادل**، بحيث تقوم مناقلتين بانتظار بعضهما بعضاً لتحرير عنصر معطيات معين

أنظمة القفل على مرحلتين

- تستخدم أنظمة القفل على مرحلتين لمواجهة تهديد خاصية تسلسلية المناقلات الذي يظهر بسبب استخدام نظام الأقفال المشتركة والحصرية.
- يعرف نظام القفل على مرحلتين كيف يتم منح الأقفال للمناقلات وكيف يتم تحرير تلك الأقفال.
- يضمن هذا النظام تحقق التسلسلية بين المناقلات ولكنه لا يمنع حدوث حالات الإقفال المتبادل.

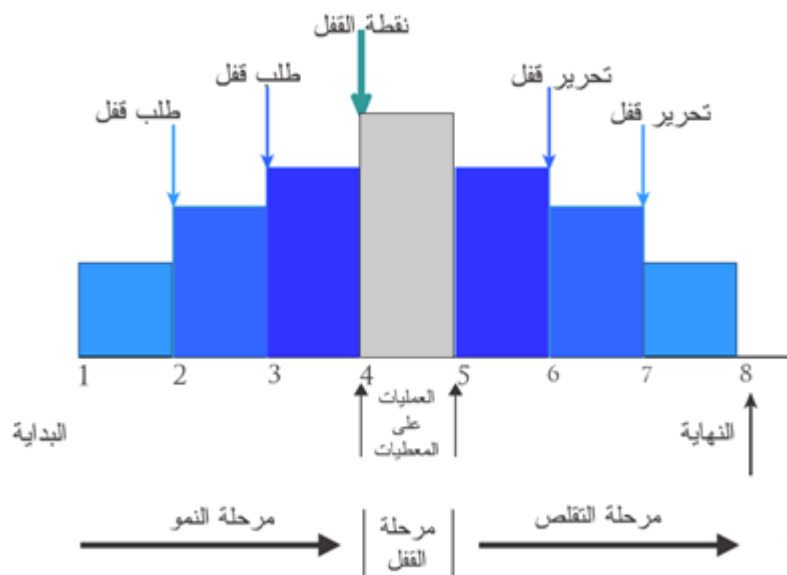
يتكون نظام القفل على مرحلتين من مرحلة صاعدة ومرحلة هابطة:

- **المرحلة الصاعدة (مرحلة النمو):** وفيها تقوم المناقلة بطلب كافة الأقفال على المعطيات التي تحتاجها وبدون إجراء أي عملية تحرير لأي عنصر معطيات، إلى أن تصل المناقلة إلى نقطة القفل، وهو مصطلح يدل على أن المناقلة قد انتهت من مرحلة طلب الأقفال
- **المرحلة الهابطة (مرحلة التقلص):** والتي تقوم فيها المناقلة بتحرير كافة الأقفال التي كانت قد حجزتها، بحيث يتم ذلك من دون أن تقوم تلك المناقلة بحجز أي قفل جديد.

يضمن بروتوكول الإقفال على مرحلتين تحقق ما يلي:

1. لا يمكن أن تتضارب أقفال مناقلتين
2. لا يمكن أن يتم إجراء أي عملية تحرير قفل قبل أي عملية حجز قفل في نفس المناقلة
3. لا تتأثر المعطيات حتى يتم حجز كافة أقفال المناقلة.

يوضح الشكل التالي مفهوم بروتوكول القفل على مرحلتين:



مشكلة الإقفال المتبادل

يحدث الإقفال المتبادل عندما تنتظر مناقلتان كل منهما الأخرى لكي تحرر قفلها عن عنصر معطيات معين.

مثال:

ليكن لدينا المناقلتان التاليتان:

T1 تقوم بالولوج إلى عنصر المعطيات X وعنصر المعطيات Y

T2 تقوم بالولوج إلى عنصر المعطيات Y وعنصر المعطيات X.

فإذا لم تحرر T1 قفلها على العنصر Y لا يمكن للمناقلة T2 أن تبدأ، وبالمثل، إذا لم تحرر T2 قفلها على العنصر X لا يمكن للمناقلة T1 أن تبدأ.

يطلق على الإقفال المتبادل أيضاً تسمية "العناق المميت".

هناك عدة تقنيات أساسية تستخدم للتحكم بالإقفال المتبادل:

- **منع حصول الإقفال المتبادل** يتم منع حصول إقفال متبادل من خلال رفض منح قفل لمناقلة ما إذا وجد احتمال حصول إقفال متبادل، كما يتم التراجع عن كافة التغيرات التي أجرتها تلك المناقلة، وبعد ذلك يتم إعادة جدولة تلك المناقلة للتنفيذ.
يتم منع حصول الإقفال المتبادل إذاً لأننا نتجنب الحالات التي يمكن أن تؤدي إلى حدوثه.
- **اكتشاف الإقفال المتبادل** يقوم نظام إدارة قواعد المعطيات -وبشكل دوري- باختبار وجود حالات إقفال متبادل، فإذا تم رصد إحداها فإنه يقوم باختيار مناقلة ما لتكون "الضحية" ويتم التراجع عن التغيرات التي أجرتها في سبيل حل مشكلة الإقفال المتبادل المتولدة.
- **تجنب الإقفال المتبادل** يتم تجنب حصول حالات إقفال متبادل إذا ما قامت المناقلة باستحضار وتجهيز كافة الأقفال التي تحتاجها قبل البدء بالتنفيذ.

تعتمد استراتيجية اختيار طريقة التحكم بالإقفال المتبادل على بيئة نظام إدارة قواعد المعطيات، فإذا كان احتمال حدوث إقفال متبادل قليل نسبياً، بالتالي يعد استخدام طريقة اكتشاف الإقفال المتبادل هو الحل الأنسب، أما إذا كان الاحتمال كبير نسبياً فعندئذٍ ستكون طريقة منع حصول الإقفال المتبادل هي الأنسب، وفي حالة نظام بطيء الاستجابة فإن طريقة تجنب الإقفال المتبادل ستكون الأكثر تفضيلاً.

الأختام الزمنية

يعتمد مفهوم الختم بالزمن على ربط كل المناقلة بمعرف وحيد خاص بها، -أو بأسلوب آخر- بختمها زمنياً. تتميز أختام الزمن بخاصيتين أساسيتين هما : **الوحدانية**: أي عدم التكرار، و**التزايدية**: أي أن قيمة ختم الزمن تزداد باستمرار.

تملك العمليات التي تنتمي إلى نفس المناقلة نفس الختم الزمني، فإذا ما تضاربت مناقلتان مع بعضهما، يقوم نظام إدارة قواعد المعطيات باختيار الضحية ليتراجع عن كافة التغيرات التي قامت بها ثم يسند إليها ختماً زمنياً جديداً ويعدّها من جديد للتنفيذ.

تتجلى مساوئ طرائق الأختام الزمنية في التحكم بالتنفيذ المتزامن للمناقلات بأمرين أساسيين هما العبء المتولد عنها والذاكرة الإضافية التي تحتاجها، ذلك لأن كل حقل في قاعدة المعطيات سيتطلب حقلي أختام زمنية إضافيين، أحدهما لتخزين آخر زمن قراءة والآخر لتخزين آخر زمن تعديل.

مخططات انتظر / مت واجرح / انتظر:

وهي المخططات التي يتم من خلالها -أو بالاعتماد عليها- اختيار المناقلة الضحية التي يجب التراجع عنها وتحديد المناقلة التي ينبغي أن تتابع التنفيذ.

لنفترض وجود مناقلتين، لكل منهما ختم زمني وإحدهما أكبر من الأخرى... باستخدام مخطط انتظر/مت نعرف ما يلي:

- إذا كانت المناقلة التي تطلب القفل هي المناقلة الأكبر، فعليها أن تنتظر حتى تنتهي المناقلة الأصغر وتحرر عنصر المعطيات.
- إذا كانت المناقلة التي تطلب القفل هي المناقلة الأصغر، فعليها أن تموت (أي يتم التراجع عنها) وتعيد جدولة نفسها بنفس الختم الزمني الذي تمتلكه، أي أن الكبير ينتظر والصغير يعيد جدولة نفسه.

أما في حالة مخطط ارجح/انتظر، فلدينا الاعتبارات التالية:

- إذا كانت المناقلة التي تطلب القفل هي المناقلة الأكبر، فسنقوم بجرح المناقلة الأصغر منها مجبرة إياها على التراجع عن التغيرات التي أجرتها وإعادة جدولة نفسها بنفس قيمة ختمها الزمني
- إذا كانت المناقلة التي تطلب القفل هي المناقلة الأصغر، فعليها أن تنتظر حتى تنتهي بقية المناقلات من عملها وتحرر القفل المفروض على عنصر المعطيات المطلوب، أي أن الكبير يجرح الصغير ويجبره على إعادة جدولة نفسه.

8. إدارة التعافي في قواعد المعطيات

إدارة التعافي عبارة عن مصطلح يدل على إعادة تخزين قاعدة المعطيات اعتباراً من حالة معينة غالباً ما تكون غير متسقة إلى حالة متسقة سابقة، وذلك من أجل الحصول على نسخ احتياطية يمكن استخدامها لاسترداد المعطيات في الحالات التي يمكن أن تحصل فيها مشاكل أو أخطاء.

تزود بعض أنظمة إدارة قواعد المعطيات بأدوات خاصة لإجراء نسخ احتياطي للمعطيات وبشكل آلي كل فترة زمنية محددة.

مستويات النسخ الاحتياطي:

يمكن أن يتم نسخ المعطيات على عدة مستويات وهي:

1. نسخ كامل لقاعدة المعطيات ككل
2. نسخ التغيرات فقط، أي يتم تحديث آخر نسخة احتياطية بالمعطيات الجديدة المتغيرة
3. حفظ سجل المناقلات.

ينبغي الاحتفاظ بالنسخ الاحتياطية في مكان آمن، غالباً في مبنى آخر، كما ينبغي تأمينها من الأخطار المختلفة كالحرائق أو السرقات أو الفيضانات... الخ.

أنواع الأخطاء التي ينبغي تجنبها باستخدام النسخ الاحتياطي:

1. أخطاء برمجية: هي تلك الأخطاء المتولدة عن البرامج، كأنظمة التشغيل أو أنظمة إدارة قواعد المعطيات أو التطبيقات الأخرى أو الفيروسات
2. أخطاء عتادية: كالأخطاء المتولدة عن الذاكرة أو فشل القرص الصلب أو بعض قطاعاته... الخ
3. الأخطاء والاستثناءات الناتجة عن التطبيقات: كالأخطاء الناتجة عن سوء الاستخدام من قبل المستخدمين، كمشكلة القسمة على صفر مثلاً
4. أخطاء ناجمة عن المناقلات: مثل حالات الإقفال المتبادل
5. أخطاء خارجية: كالفيضانات أو الحرائق أو الزلازل أو السرقات وغيرها.

9. المراجع:

<http://www.studytonight.com/dbms/select-query>