

新しいロックプロトコル (AWLP) の提案

6H-1

林 克己, 林 知博, 関根 裕, 下雅意 義徳
富士通 (株)

1. はじめに

ロックプロトコルの問題は、一般にロックのグラニューールの問題、アクセスモード間のコンパティビリティ (両立性) の問題、及び同期の問題に分けられる。グラニューール (資源) の問題は、資源の階層順の多重ロックやグラニューールの大小関係とロックオーバーヘッドの問題として扱われる。コンパティビリティは、アクセスモード間の両立性の意味付けである。これは、コンパティビリティマトリックスとして表現される。一般にこのマトリックスは対称な関係を持つ。同期の問題は、コンパティビリティやロック要求者の優先度、属性などいろいろな要素と関連を持って、ロック要求間の待ち関係として表現される。

本提案では、個々のグラニューールに対するコンパティビリティの問題と同期関係の問題に着目している。本提案のロックは、コンパティビリティがロックの前後関係に依存して決まり、コンパティビリティマトリックスが非対称となるような特別なアクセスモード (ALL WAITモード: AWモードと呼ぶ) を導入した。また、ロック間の同期関係については、両立可能となった状態でも該当ロックを待ち状態とすることによって、該当資源に対して確実な同期を保証するものである。

2節では、既存のロックの説明を再度行い、新しいロックの具体的な構成を示す。3節では、これをデータベース再編成に適用した場合の例を示し、4節にまとめを行う。

2. 新しいロックの導入

まず、既存のロックコンパティビリティの説明を行った後、新しいロックとそれらとの関係、及び待ち関係の具体的な説明を行う。

2.1 ロックのコンパティビリティ

コンパティビリティマトリックスは、アクセスモード間の関係の意味付けを表現している。この関係の種類としては、共用 (Share)、非共用 (Exclusive) だけの簡単な関係 (図1) や、階層ロックプロトコルとして有効となるインテンションロック [1] (図2) などがよく知られている。また、特殊なものとして、AIM/DB [2] で使用される Read-Only, Exclusive-Read, Completely-Exclusive-Read,

Modify, Update, Createなどのモード間の関係として定義されたものもある。これらは、コンパティビリティマトリックスとして表現され、一般にロックの前後関係に依存しない対称なマトリックスになるという性質を持っている。なお、コンパティビリティがロックの前後関係に依存し、マトリックスが非対称なロックも提案されている [3]。

	S	X
S	○	×
X	×	×

○: 両立可能
×: 両立不可

図1 簡単なコンパティビリティマトリックス

	IS	IX	S	SIX	X
IS	○	○	○	○	×
IX	○	○	×	×	×
S	○	×	○	×	×
SIX	○	×	×	×	×
X	×	×	×	×	×

図2 インテンションロックのコンパティビリティマトリックス

2.2 新しいロックの実現

本提案のロックプロトコルは、前節で示した種々のマトリックスとの関係で定義できる。本提案のロックであるAWモードを含むプロトコルを図3に示す。このマトリックスは、ロックの前後関係に依存し、先着の既存のロックとは両立可能となる (○) が、先着のAWモードと後着の既存のロックとは両立不可 (×) となるような、非対称な関係となっている。また、同期関係については既存モードのロック中にAWモードのロックが行われても、AWロック要求者はWAIT状態となる。これは、既存のロックがすべてアンロックされた時点でREADY状態に変わる。すなわち、AWモードによるロックは既存モードでロック中であっても確実に行われ、すべての使用者の処理が終了するのを待ってREADY状態となる。これより、データベース再編成と応用プログラムなどとの完全な同期を行うことが可能となる。

以下に再度図3の説明を行う。

☆: 既存モード間の関係であり、前節で示したようなインテンションロックのマトリックスなどがそのまま対応する。
\$: 既存モードのロック状態では、AWロックは両立可能であり、該当資源のロックをもつことができる。ただし、AW

ロック以外がアンロックされないかぎり、ロックされたままでもWAIT状態となる。

×：AWロック中での既存モードのロックは両立不可である。既存のロックはWAIT状態となる。

#：AWロック同志が同時処理可能かどうかで、その意味付けが変わる。原則的にはこの関係はエラーとなる。

	後 前	既存モード		AW
		既存	モード	
既存	モード	☆	×	\$
AW		×		#

図3 新しいロック付加

このようなモードを設定することにより、該当資源に対する同期点を既存のアクセスモードと同期して設定できる。また、これは排他制御の一貫として実現できる。

3. 新しいロックのデータベース再編成への適用

ALL WAITロックの一つの応用として、データベース再編成を考える。再編成の中でも、本ロックの効果が期待されるのは、データベースの連続運転に必要なオンザフライメンテナンスである。以下、簡単に適用のようすを示す。

オンザフライメンテナンスとして、データベースの小さな単位でのガベージコレクション処理を行う場合を想定する。この場合、アプリケーションの処理と再編成との同期をとって、一時的にアプリケーションがアクセスしていない状態を作り、この間にアプリケーションとは非同期に再編成を行うことになる。

図4に新しいロックを適用した場合の再編成とアプリケーションの動作状況を示す。これを図5のチャートにしたがって説明する。まず①、②のアプリケーションでa, b 資源をロック中の状態で再編成が起動されたとする。この状態ではAWモードによって資源aのロックが行われる(③-1)。この時点で確実にロックが行われる。資源aに対する処理は、①のアプリケーションの処理終了に伴うアンロック後に開始される。aの再編成処理中は④、⑤のアプリケーションはロック待ち状態となっている。aの再編成が終了すると、次にbの再編成を行うためにAWロックをかける(③-2)。この時点で④のアプリケーションは処理可能となる。bの資源は②のアンロック後再編成できる。

以上のように新しいロックの適用では、再編成の対象となっている資源に対するアプリケーションとの同期点の確立が、従来の排他制御の一貫として行われ、その結果応用プ

ログラムとのコンカレントな処理を実現することができる。

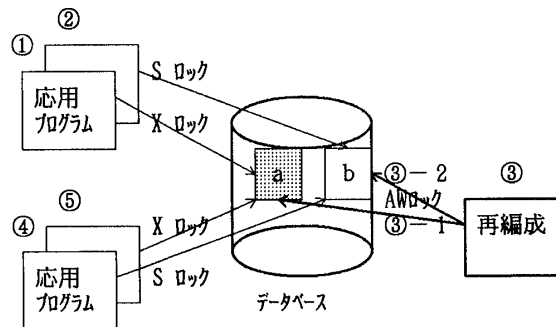


図4 再編成プログラムとアプリケーション動作の例

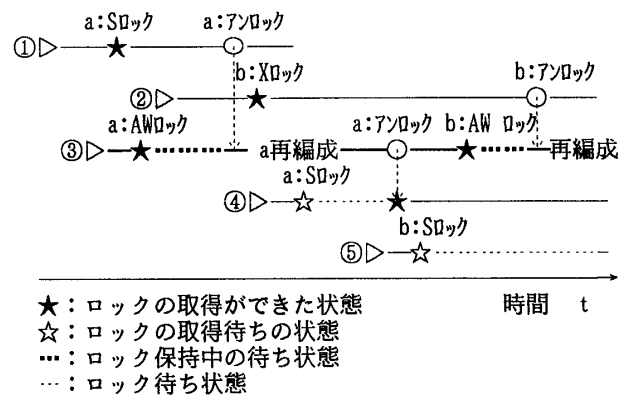


図5 再編成とアプリケーション動作の状況

4. おわりに

前後関係に依存するコンパティビリティと同期関係を拡張した新しいロックの紹介と、ひとつの応用として、ロックによる一貫したコントロールのもとに、データベースの再編成が実施できることを示した。このような考え方のもとで、データベース再編成と同様な性格を持つリカバリへの適用も考えられる。今後は、より多様なデータベース処理プログラムに対しての拡張を試みる。

参考文献

- [1] Gray, J.N., "Notes on Data Base Operating Systems", IBM Res. Rep. RJ2188, 1978.
- [2] FACOM OSIV/F4 MSP AIM ADL 文法書 V12L30 系用, 70SP-4820.
- [3] Stonebraker, M.他, "The Design of POSTGRESS", Proc. ACM SIGMOD Conf., Washington, D.C., May, 1986.