

ORACLE RELATIONAL DBMS

平沢正之
(デジタル コンピュータ (株))

1. ORACLEの概要

ORACLEは世界で初めて商用化したRelational DBMSである。1979年6月にORACLEの第1号システムが納入されて以来、これまでに300以上のユーザで使用されている。

米国のORACLE社の製品であるORACLEは、高度のテクノロジーを備え、加えてアプリケーション開発のための強力なSoftwareが用意されており、Relational DBMSの容易性、融通性をより強力なものにしている。ORACLEの構成は図1のようになっている。ユーティリティの説明はORACLE Utilitiesで示されている。

カーネルと呼ばれるORACLE DBMS本体と集積されたData Dictionary (IDD)中心に存在している。ユーザは現在利用できるのはどんなデータがあるのかを知り理解する必要がある。ORACLEの集積されたData Dictionaryはデータベース内の全てのデータ項目とテーブルを集中的に管理している。これはORACLEでユーザがデータを効果的に計画し、制御し、評価する際の助けとなる基本的なツールである。

ORACLEの集積されたData DictionaryはOnline Terminalからデータ項目とテーブルをダイナミックに定義したり拡張することをできる。また

Online TerminalからData Dictionaryに対する問い合わせによって、どのようなデータを使用できるのかがわかる。

ORACLEは、各ユーザがデータベース内のデータについて独自の視野 (VIEW)を持つことができる。さらに単一のテーブルによって構成されているVIEWはInsert, Updateが行なえる。

その他にORACLEの特長としては、IndexなしのJoinが行なえる、Logical Unit of WorkのAll or Nothingを保証する2-Phase Commit 機能等々がある。

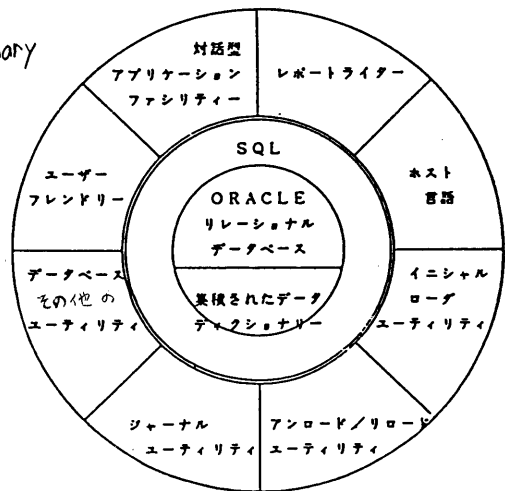


図1 ORACLE構成

2. SQL言語

ORACLEのユーザインターフェースには、高級Relational Data言語であるSQL (SEE-QUELと発音する) を使用している。SYSTEM Rの主要外部インターフェースとしてIBMが開発したSQLは、理解しやすい上に強力である。SQLは順次に複雑化する、いくつかの層で構成されている言語とみなすことができる。

データ処理の専門家以外の人は、システムの一時的ユーザと称して簡単な問

い合は機能だけを学び、一為訓練されたプログラムは強力な機能群を使いこなすことができる。ただし、一時的ユーザからデータベース専門管理者(DBA)になるまで、システムの全ユーザはただ一つの言語であるSQLを学ぶだけだ。

また、ORACLEで使用されているSQLは、SQL/DSで使用されているSQLよりもいくつかの点があり、その一つにデータタイプがある。ORACLEは、テーブル作成時にデータタイプを指定するがユーザは物理的な蓄積に関心をもつ必要がないよう Char, Number, Date の3つのタイプのどれかひとつを指定すればよい。

このデータタイプのDateという属性は日付けの演算機能をもっており、例えば、うるう年のチェックや、1983年の1月1日に150日加えたら5月31日を計算してくれる。日付け範囲はB.C.4712年1月1日からA.D.4712年12月31日まで有効と見なしてくれる。

その他にもORACLEはTree構造をテーブルでも表現することができる。これはTreeのRootをユーザが任意に指定することにより、ORACLEがLevelを定義してくれる機能である。

3. パフォーマンス

Relational Database Management Systemは、2次元のテーブルの集合としてユーザにデータを論理的に提供する。これはデータのための理想の論理形式ではあるが、理想の物理形式からはほど遠い。このため、データはテーブル形式でDisk上に物理的に格納すべきではない。

ORACLEは物理ストレージの技術としてClusteringを用意した。Clusteringは同一のDisk Block または同一のPage内に2つ以上の関係するテーブルの行(Row)を格納することを言う。例えば、図2を見ていただきたい。

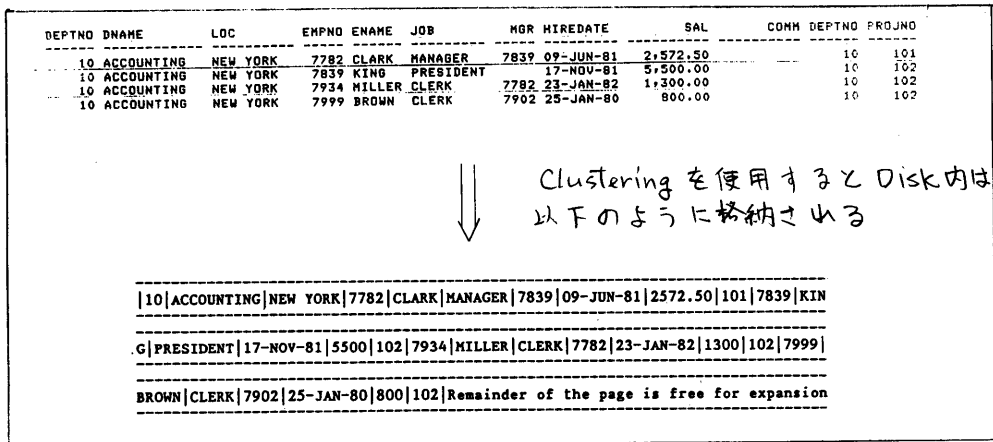


図 2 Clustenの格納

4. 一貫性制御

ORACLEは、テーブル作成時にデータタイプの指定を行うが、データのInsertはこのデータタイプのチェックを受ける。例えば、データタイプがDateを指定すると、データとして2月31日をInsertするとチェックにひっかかる。

これは、ORACLEがカレンダーをもっており入力される日付けを常にチェックする。

さらに、データタイプの比較およびデータコンバージョンはそのデータが適切であれば可能である。

Number	タイプ	→	Char	タイプ	データコンバージョン(可)
Number	タイプ	→	Date	タイプ	≡ (不可)
Char	タイプ	→	Number	タイプ	≡ (型による)
Char	タイプ	→	Date	タイプ	≡ (≡)
Date	タイプ	→	Char	タイプ	≡ (可)
Date	タイプ	→	Number	タイプ	≡ (不可)

データによるというのは、

Char → Number の場合、数字は可能であるがその他は不可

Char → Date の場合、DD-MON-YY または DD/MM/YY のようにフォーマットされていなければ可能である

そのほかにも Logical Unit of Work 内で Update, Insert による不整合状態のデータアクセスを他のユーザやプログラムから Lock をする。

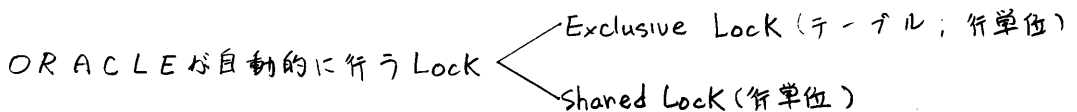
不整合状態のデータアクセスというのは、例えば、ある女子社員を考えてみよう。彼女が結婚して名前と住所が変わったとしよう。従業員のデータベースの中に名前のテーブルと住所のテーブルがあるとすれば、2つの Update 操作が発生する。この一連の Update 処理中に他のユーザがデータアクセスを行う事を不整合状態のデータアクセスと言い、名前の変更と住所の変更の一連の処理単位を Logical Unit of Work という。この Logical Unit of Work は作業単位で変更が完了したが、まったく変更されなかったかであり、All or Nothing とも言えるであろう。

このような手法を用いることには、さらに同時実行制御とも深く関係してくるので、データの一意性をうまく実行させてやらなければならない。

5. 同時実行制御

ORACLEにおける Lock 機能は2つのタイプがある。1つはORACLEが自動的に行う Lock と、もう1つはユーザが Lock コマンドを依すことにより Lock を行う2通りの方法がある。

さらに、Lock Mode には2つの Mode がある。Exclusive Lock と Shared Lock である。



ユーザが任意に行う Lock } Exclusive Lock (テーブル単位)
 Shared Lock (テーブル単位)

ORACLEは、Update, Insert, Delete を行うときテーブルのExclusive Lockを自動的に行う。これらのLockの解放はLogical Unit of Workの終了まで有効である。またLockの解放がLogical Unit of Workの終了前のはずは、データの一貫性を保つためであり、一貫性制御の所を述べたように“不整合状態”を防ぐことにある。

ORACLE LockのSharedはSelectにおいてRow (またはRecord) Lockを行う。ユーザが行うLockコマンドは

LOCK TABLE Table_name IN Shared | Exclusive MODE

であり、これをユーザが任意にテーブル単位のLockを指定することができる。

6. 安全制御

ORACLEは、データベースをLogical Partitionに分割し各区分はDB Spaceと呼ばれる概念をサポートしている。ORACLE データベース内のテーブルやインデックスは、いずれかのDB Space内に含まれていなければならない。一つのテーブルが2つのDB Spaceにまたがって存在することはできない。

DB Spaceというのは、その内にあるテーブルやインデックスのSecurityを保持機能をもっている。さらに、データの安全保護としては、データベース自体へのアクセスの保護と、データへのアクセスの保護がある。

データベース自体へのアクセス保護は、Data Dictionaryへ登録したUsername、及びPasswordを指定してデータベースへログインする。

データへのアクセス保護としては、Select, Insert, Delete, Update, Alter, Index, Clusterの特権をテーブルに対して、Grantコマンドを用いて与えることである。

ユーザ自身が作ったテーブルに対しては、無条件に特権が与えられるが、他のユーザが作ったテーブルに対してはアクセスできるように、特権を与えたり、とりに消したりすることができる。

その他の特別な特権として、DBA, RESOURCE, CONNECTがある。

これはデータベースを管理する人に与えられるDBA (Database Administrator) 権、テーブル及びインデックスを作ることを許すRESOURCE権、データベースへログインするCONNECT権である。これらの特権の関係は、図3を参照していただきたい。

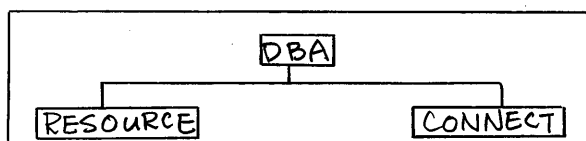


図3 特権の関係

次の一連のオペレーションは、digital computer というユーザ登録を行い、そのユーザの作ったテーブル及び視野を調べている。

```

UPI> SET AUTOCOMMIT OFF
UPI> SET TIME ON
12:43:35 UFI> SHOW USER
user is "system"
12:43:35 UFI> SELECT * FROM DTAB
12:43:35 2 /

-----
TNAME          REMARKS
-----
Reference Date ORACLE catalog as of 03-Feb-83, installed on 19-AUG-83 12:31:51.
DTAB           Description of tables & views in Oracle Data Dictionary
SYSCATALOG    Profile of tables and views accessible to the user
CATALOG       Profile of tables accessible to user, excluding data dictionary
TAB           List of tables, views, clusters and synonyms created by the user
SYSCOLUMNS   Specifications of columns in accessible tables and views
COLUMNS      Specifications of columns in tables (excluding data dictionary)
COL           Specifications of columns in tables created by the user
SYSINDEXES    List of indexes, underlying columns, creator, and options
INDEXES       Indexes created by user & indexes on tables created by user
SPACES        Selection of space definitions for creating tables & clusters
VIEWS         Quotations of the SQL statements upon which views are based
SYSTABAUTH    Directory of access authorization granted by or to the user
EXTENTS       Data structure of extents within tables
STORAGE       Data and Index storage allocation for user's own tables
SYSSTORAGE    Summary of all database storage -- for DBA use only
SYSUSERAUTH   Master list of Oracle users -- for DBA use only
SYSEXTENTS    Data structure of tables throughout system -- for DBA use only
PARTITIONS    File structure of files within partitions -- for DBA use only

19 records selected.
12:43:39 UFI> SELECT * FROM SYSUSERAUTH
12:43:39 2 /

-----
NAME    AUTHOR          AUTHORITY    PASSWORD
-----
SYS     SYS              CONNECT     MANAGER
SYS     SYS              DBA         MANAGER
SYS     SYS              RESOURCE    MANAGER
SYSTEM SYS              CONNECT     MANAGER
SYSTEM SYS              DBA         MANAGER
SYSTEM SYS              RESOURCE    MANAGER

6 records selected.
12:43:43 UFI> GRANT CONNECT.RESOURCE TO digital IDENTIFIED BY computer
12:43:43 2 /

Grant succeeded.
12:43:45 UFI> SELECT * FROM SYSUSERAUTH
12:43:45 2 /

-----
NAME    AUTHOR          AUTHORITY    PASSWORD
-----
SYS     SYS              CONNECT     MANAGER
SYS     SYS              DBA         MANAGER
SYS     SYS              RESOURCE    MANAGER
SYSTEM SYS              CONNECT     MANAGER
SYSTEM SYS              DBA         MANAGER
SYSTEM SYS              RESOURCE    MANAGER
DIGITA SYSTEM      CONNECT     COMPUTER
L
DIGITA SYSTEM      RESOURCE    COMPUTER
L

8 records selected.
12:43:49 UFI> CONNECT digital/computer
Connected.
12:43:50 UFI>
12:43:50 UFI> SELECT * FROM TAB
12:43:50 2 /

no records selected
12:43:51 UFI> SPOOL OFF

```

7. RECOVERY

ORACLEの Recovery 機能として Audit と After Image Journal がある。Audit は一般にシステム ダウン (O.S. のバグなど) 等による論理的な Recovery に対し、After Image Journal は Disk Crash による物理的な Recovery に対して使用する。

Audit は、ユーザが行った全てのオペレーションを登録するので次の情報を引き出す事ができる。

- ・データベースへの変更情報
- ・Security エラーの情報
- ・Account/統計情報

この Audit を使用することによって、ユーザの直跡調査が可能となる。

After Image Journal の目的は、データベースを含まない Disk の Head Crash のような Media 破損後におけるデータベースの Recovery を可能にすることである。

Recovery は、データベースに対して書き出した各プロシージャのジャーナルを保存することによって行なうことができる。このジャーナルは、データベースに対して行われた物理的な全変更の Record であり、失われたデータベースを再生するためにデータベースの Backup コピーへおぼすことができる。このプロセスは、"Roll Forward" Recovery として知られている。図4は UFI モードで単に QUERY を行った際の Audit ファイルの内容である。

Serial #	Process	Command	Cursor	Error	Date
000000e7	0006	LOGON			09-SEP-83 16:03:48
000000e8	0006	OPEN	0001		
000000e9	0006	PARSE	0001		
SQL> SELECT * FROM EMP					
000000ea	0006	EXECUTE	0001		
000000eb	0006	DESCRIBE	0001		
000000ec	0006	DEFINE	0001		
000000ed	0006	DESCRIBE	0001		
000000ee	0006	DEFINE	0001		
000000ef	0006	DESCRIBE	0001		
000000f0	0006	DEFINE	0001		
000000f1	0006	DESCRIBE	0001		
000000f2	0006	DEFINE	0001		
000000f3	0006	DESCRIBE	0001		
000000f4	0006	DEFINE	0001		
000000f5	0006	DESCRIBE	0001		
000000f6	0006	DEFINE	0001		
000000f7	0006	DESCRIBE	0001		
000000f8	0006	DEFINE	0001		
000000f9	0006	DESCRIBE	0001		
000000fa	0006	DEFINE	0001		
000000fb	0006	DESCRIBE	0001		
000000fc	0006	DEFINE	0001		
000000fd	0006	DESCRIBE	0001		
S					
000001c8	0006	CLOSE	0001		09-SEP-83 16:08:34
000001c9	0006	LOGOFF			

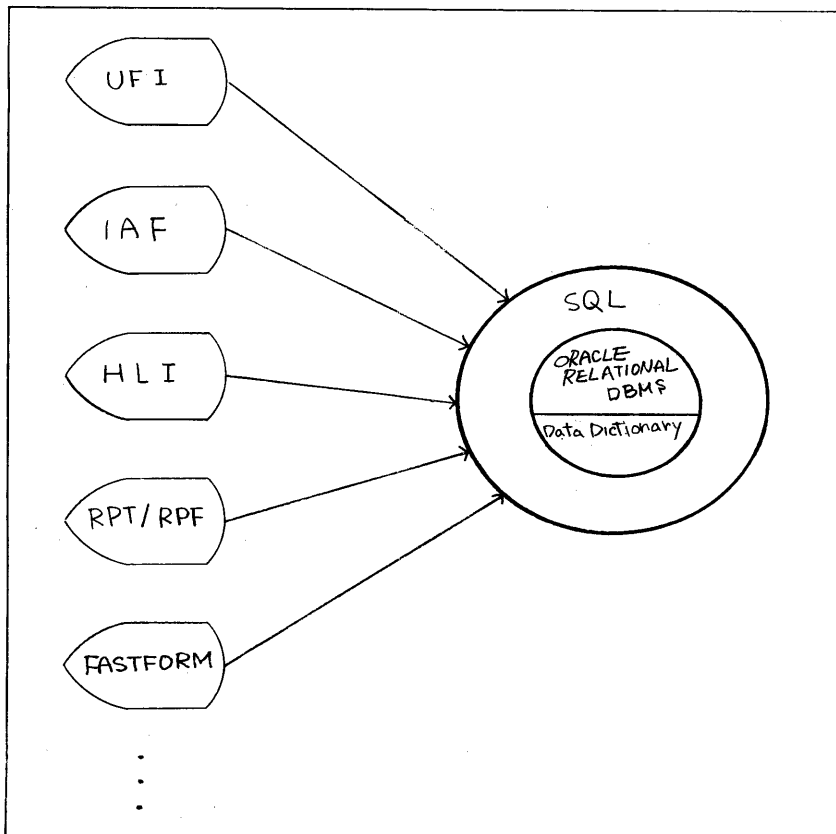
図 4 Audit ファイルの内容

8. ORACLE UTILITIES

ORACLE UTILITIES には、次のものがある。

- AIJ (After Image Journal)
- EXP (Export)
- FASTFORM (Fastform)
- HLI (Host Language Interface)
- IAF (Interactive Application Facility)
- IMP (Import)
- ODD (Oracle Dynamic Debugger)
- ODL (Oracle Dynamic Loader)
- ODS (Oracle Monitor Display)
- RPT/RPF (Report Generator / Report Text Formatter)
- TRC (Oracle Trace Facility)
- UFI (User Friendly Interface)

これらの UTILITIES は、基本的に下の図のような構成となっている。



☒ 5 ORACLE UTILITIES

AIJ

データベースに対して重い変更(多くの Insert や Update)を行うならば、After Image Journal は非常に大きくなるだろう。

実際には、ORACLE は単純なシーケンシャルのファイル名を用いて、ある決まったファイルサイズの連続したファイルの集合として After Image Journal を作る。

Journal のファイル名は Onnnnn.AIJ というファイル インスタレーションをもと、nnnnn は 1 から 99999 までの 5桁の数字がインクリメントされていく。この Journal 番号は、データベースのインシャルイズ時に 1 にセットされる。または、After Image Journal に起動をかけたときに 1 にセットされる。

この After Image Journal ファイルの集合をデータベースに対して Apply することにより Recovery 処理が行われる。これは ORACLE を再立ち上げて、ORACLE を Shut Down して行われるわけではない。

EXP

ORACLE データベース内のテーブル及び VIEW のみをシーケンシャルファイル上に Dump する機能をもつ Utility の一つである。

FASTFORM

Fastform は指定したテーブルに対して自動的に IAG を実行する Utility の一つである。但し、若干の制約がある。

HLI

ORACLE は、プログラム Call によって Fortran, Cobol, C および他の高級ホストプログラム言語にインタフェースする。プログラムは、Logon Call を出すことにより、ORACLE との Communication を確立する。Communication は、ユーザ プログラム内に定義されたログオン データ エリア (LDA) を介して行われる。ユーザ プログラムは、ORACLE に対して一度だけ Logon を出せる。

プログラムは、Open Call を出すことにより、データベースを Open カーソル (Cursor) を作成する。カーソルは Active な SQL Statement を識別したり、制御したりするために使われるデータエリアの名前である。カーソルデータエリアは、ユーザ プログラム内で定義される。ORACLE は、ユーザ プログラムが複数の Active な SQL Statement を使用することを許している。一つのプログラムで複数の Open を出すことにより、複数のカーソルを設定できる。

IAF

IAF は出力されるデータをユーザ端末ビデオディスプレイに Format 処理を伴ってし、Select, Insert, Update, Delete 等の SQL コマンドを Keyboard の key に置き換え、一連の処理を容易にしたものである。

IMP

EXP より作られた Dump ファイルを IMP Utility を用いて ORACLE データベース上へロードする。

ODD

ODDは、ORACLEのAudit機能により作られた Auditファイルの内容を解析し実行する utilityで以下の機能がある。

- 1) Audit Fileの内容表示
- 2) Logon Callのリスト
- 3) プロセスによって作られた Function Callの全リスト
- 4) 全プロセスの再処理
- 5) 指定されたプロセスの再処理

ODL

ODLは Operating System 下のファイルから、ORACLEデータベース内へデータをロードする ORACLE utility の一つである。ODLを実行させるには、簡単な ODL Language を組む必要がある。

ODS

ORACLEの動きをビデオディスプレイ端末に Monitoring することを可能にする。現在はオラ一部分サポートしているが、将来のバージョンにおいて、サポートされる予定である。

RPT/RPF

RPTはレポート作成プログラムであり、RPTコマンド、RPFコマンド、ユーザTextにより構成される。RPTの実行はデータベースから、データの Select を行い指定された場所へデータをもってくる。この時には、RPFコマンド、ユーザTextは何も解析されない。RPTは中間ファイルという出力ファイルを作り、RPFが読めるファイルである。

RPTの出力ファイルである中間ファイルは、データベースから引き出された情報とその情報をいかにレポート内に配置するかを指定するRPFコマンドと、さらにユーザTextから構成される。RPFはこの中間ファイルを解析し実行する。

TRC

ORACLEは例外条件 (Access Violation, ゼロでの割算, その他) に陥ると Dump ファイルを新しく作る。この Dump ファイルは

- Call Stack Trace
- Exception Handler Argument
- Register Dump
- SGA, PGA の Dump
- Supervisor Stack

を含んでいる。

UFI

UFIはSQL言語をDynamicにとり扱うことができ、さらにデータのFormat処理を行うコマンド群をそなえており、簡易レポート作成機能をもっている。例えば、SQL言語によりSelectしたデータのFormat処理を容易におこなえる、Columnコマンド、Line Editor機能、Pauseコマンド、Setコマンド（\で何やらX-9をsetする）、SQL Statementをファイルにsaveするsaveコマンド、そのほか復元実行させたりするGetコマンド等々を用意している。その他のUFI機能をいくつか示す。

- Null Value 関数
- 四則演算関数
- 日付表示Format
- 置換変数
- Accross Report機能
- On-Line Help機能

参考文献

ORACLE manual
UFI Terminal User's Guide
Database Administrator's Guide

SQL/DATA SYSTEM
Concepts and Facilities
Planning and Administration
Terminal User's Reference