



Oracle DatabaseのGeoRaster

2021年3月

Copyright © 2021, Oracle and/or its affiliates

公開

本書の目的

本書では、Oracle Databaseに含まれるGeoRaster機能の概要が説明されています。本書は、本機能を使用することで得られるビジネス上の利点の評価と、ITプロジェクトの計画立案を支援することのみを目的としています。

免責事項

本文書には、ソフトウェアや印刷物など、いかなる形式のものも含め、オラクルの独占的な所有物である占有情報が含まれます。この機密文書へのアクセスと使用は、締結および遵守に同意したOracle Software License and Service Agreementの諸条件に従うものとします。本文書と本文書に含まれる情報は、オラクルの事前の書面による同意なしに、公開、複製、再作成、またはオラクルの外部に配布することはできません。本文書は、ライセンス契約の一部ではありません。また、オラクル、オラクルの子会社または関連会社との契約に組み込むことはできません。

本書は情報提供のみを目的としており、記載した製品機能の実装およびアップグレードの計画を支援することのみを意図しています。マテリアルやコード、機能の提供をコミットメント（確約）するものではなく、購買を決定する際の判断材料になさらないでください。本書に記載されている機能の開発、リリース、および時期については、弊社の裁量により決定されます。製品アーキテクチャの性質上、コードが大幅に不安定化するリスクなしに、本書に記載されているすべての機能を安全に含めることができない場合があります。

目次

本書の目的	2
免責事項	2
目次	3
はじめに	4
アーキテクチャ	5
データ・モデル	7
GeoRasterオブジェクト	8
GeoRasterの機能	10
データベース作成	10
データベース管理	11
基本的なデータ操作	12
ラスター代数および分析	13
イメージの処理と提供	14
Oracle Databaseでラスター・データを管理する利点	16
まとめ	18

はじめに

GeoRasterはOracle Databaseの一機能です。この機能を使用して、地理参照されたラスター・イメージおよびグリッド・データとその関連メタデータの格納、索引付け、問合せ、処理、分析、および提供が可能です。GeoRasterは、ネイティブ・データタイプとオブジェクト・リレーショナル・スキーマを提供します。これらのデータタイプとオブジェクト・リレーショナル・スキーマを使用すると、地表面またはローカル座標系での位置を参照可能な多次元の配列、グリッド・レイヤー、およびデジタル・イメージを格納および管理できます。

GeoRasterが優れている点は、非常に大規模なイメージとデータセットに対してラスター分析を実行し、開発なしにインプレース・イメージ処理と分析を実行し、PL/SQLプロシージャを呼び出すだけでイメージの平行処理を実行できる点です。

GeoRasterは、リモート・センシング、写真測量、主題図作成など、ラスター・データとイメージを取得または生成するすべてのテクノロジーのデータに使用できます。ロケーションベースのサービス、地理空間イメージのアーカイブと提供、環境の監視とアセスメント、地質工学と地質学的調査、天然資源管理、気候モデリング、海底調査とマッピング、防衛、緊急時対応、遠隔通信、輸送、都市計画、ホームランド・セキュリティなどの広範囲な応用分野に利用できます。

GeoRasterは、大規模なイメージ処理ソリューションやGISソリューション、ビジネス・アプリケーションにエンタープライズクラスのデータ管理機能を提供するように設計されています。開発者は、主要なイメージ処理ツールやラスター/グリッド分析ツール、各種ビジネス・アプリケーションにこの強力なデータ管理テクノロジーを統合できます。

GeoRasterは、次のような幅広いアプリケーション群のデータ管理ニーズに対応しています。

リモート・センシング、写真測量、GIS、および地球科学アプリケーション - ユーザーは、防衛、情報機関、農業、環境、および天然資源管理に使用するスケーラブルでセキュアかつ堅牢なRDBMSを利用して、地理空間ラスター・データ資産やグリッド・データ資産を管理および処理します。

ビジネス・アプリケーション - ラスターベースのデータを他の基本位置データ（住所など）と組み合わせて利用し、立地アセスメントや固定資産および一連の資産の追跡を行います。これには、資産管理と設備管理、変更分析、立地選択、安定性分析、保険リスク評価が含まれます。

イメージおよびグリッド・ラスター・データのリポジトリ/クリアリングハウス - 膨大な地理イメージとラスター・グリッドをイントラネットまたはインターネット経由で取得、格納、処理、分析、および配信するために必要なクリアリングハウス・サーバーをサポートします。

アーキテクチャ

GeoRasterのアーキテクチャは、イメージまたはグリッドベースのラスター・データをOracle Databaseで格納および使用するために必要となる機能を提供します。GeoRasterのアーキテクチャには、非常に抽象的なレベルで次の5つの基本コンポーネントが含まれています。GeoRasterエンジン：GeoRasterの中核であり、ネイティブのGeoRasterオブジェクト・タイプと機能（ラスター・データ、メタデータ索引付け、更新、問合せ、操作など）を提供します。

PL/SQL API：標準SQLを使用して、GeoRasterデータベースに格納されているラスター・データとグリッドベース・データにアクセスできます。

Java API：Pure Javaを使用して、データベースに格納されているGeoRasterオブジェクトにアクセスできます。GeoRaster PL/SQLまたはJava APIを呼び出さずに、JDBC、OCI、およびOCCIを使用してGeoRasterオブジェクトにアクセスすることも可能です。

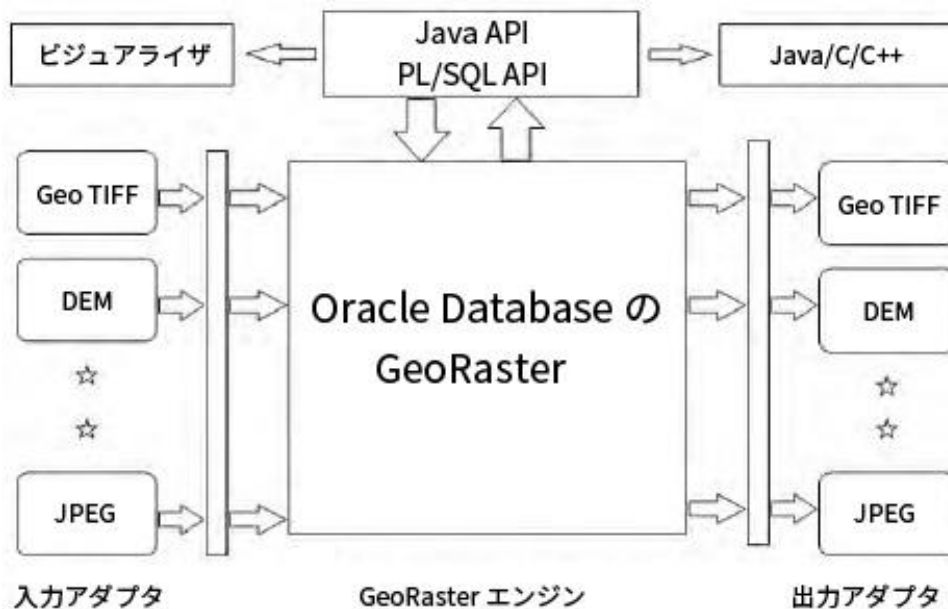


図1：GeoRasterの簡易アーキテクチャ

表示ツールとデータ公開：Oracle Databaseのマップ可視化コンポーネントとOracle Spatial Studioは、GeoRasterをサポートしています。OGC WMSおよびWCS Webサービスが、GeoRasterデータを公開するために提供されます。GeoRasterのインストールにはスタンドアロンのビューアが付属しており、開発ツールやDBAツールとして使用できます。さらに、サード・パーティ製のさまざまな可視化ツールや分析ツールがGeoRasterをサポートしています。

入出力（データ）アダプタ：多数のラスター・ファイルの同時バッチ・ロードおよびエクスポートを実行できるように、GeoRasterには一般的なGDAL（Geospatial Data Abstract Layer）に基づいたETLツールが付属しています。このツールを利用すると、既知のイメージ・ファイル形式とGeoRasterの間でラスター・データを容易にロードおよびアンロードできます。GDALでサポートされているすべてのラスター形式が、このGDALツールでサポートされています。また、GeoRasterでは、サーバー側のPL/SQL APIとクライアント側のJavaツールの両方で、6つの標準イメージ・ファイル形式に対して限定的なインポート機能とエクスポート機能を利用できます。

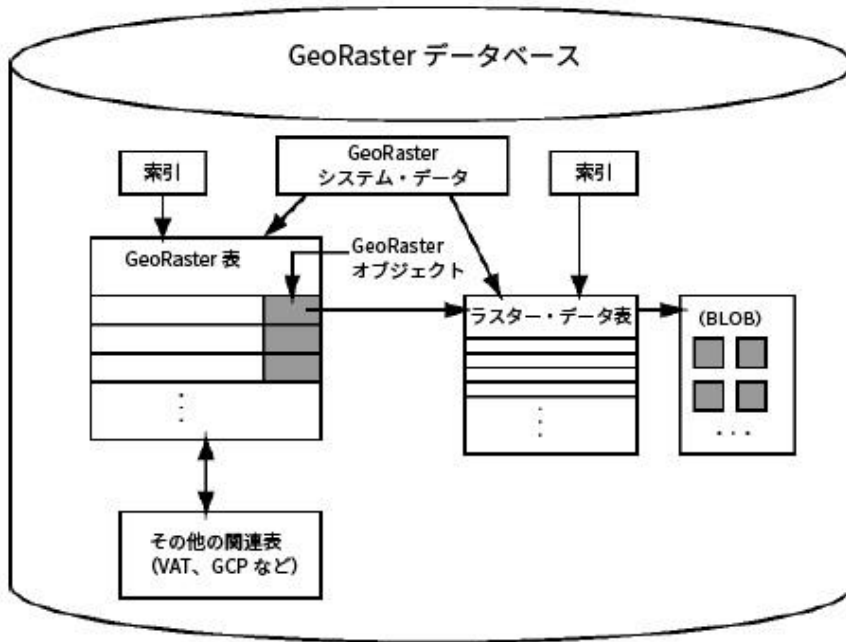


図2：GeoRasterの物理ストレージ・スキーマ

GeoRasterの中核となるのは、データベース内のラスター・データまたはグリッドベース・データの格納と管理を容易にするように設計された物理スキーマです。GeoRasterエンジンで、SDO_GEOASTERと呼ばれるネイティブ・データタイプが定義されて、各イメージまたはラスター・グリッドがこのネイティブ・データタイプのシングル・オブジェクトとして格納されます。GeoRaster表は、SDO_GEOASTER型のデータ列が少なくとも1つ含まれるユーザー定義表です。SDO_GEOASTERオブジェクトには、ラスター・データ表（RDT）と呼ばれる別のユーザー定義表に格納されたGeoRasterセル・データを取得する方法に関する情報とメタデータが含まれます。ラスター・データ表は、SDO_RASTER型のオブジェクト表またはSDO_RASTER型の属性と同じ列が含まれたリレーショナル表です。ラスター・データ表にはRASTERBLOCKと呼ばれるBLOB列があり、この列に実際のラスター・ブロックが格納されます。GeoRasterオブジェクトに関連付けられたその他の情報は、値属性表（VAT）などの別の列または表に格納できます。GeoRasterオブジェクトとそのラスター・データ表の関係は、データベース・ディクショナリを使用してGeoRasterによって自動的に管理されます。ラスター・データ表の作成と削除はユーザーが行う必要がありますが、これらの表はGeoRaster内にあるため、これらの表内のラスター・データの更新と処理はGeoRaster APIによって自動的に実行されます。

基本的には、GeoRasterデータベースは、各イメージまたはラスター・グリッドが単一行に1つのGeoRasterオブジェクトとして格納される、GeoRaster表のいずれか1つまたはリストで構成されます。GeoRasterデータベースにはGeoRasterオブジェクトを無制限に格納でき、各オブジェクトのサイズを数テラバイトに設定できます。GeoRaster表をさまざまなデータベース・スキーマに格納でき、さまざまなスキーマでGeoRasterオブジェクトにアクセスできます。

次に、GeoRasterデータ・モデルと、このアーキテクチャのOracle Databaseでの実装方法の詳細を説明します。

データ・モデル

GeoRasterでは、2つの基本的なラスター・データタイプとしてグリッドベース・データとイメージ・データがサポートされています。

グリッドベース・データ（グリッド・データ）は、デジタル地形標高、土地利用と土地被覆情報、汚染濃度、地質情報、降雨情報などのラスター・データに使用されている一般的な用語です。グリッドベース・データは、領域全体のX軸とY軸に配置されたセルから成る長方形のグリッドです。グリッド内の各セルは同じサイズであり、このサイズはグリッドの解像度になります。グリッド・データには、グリッド内の各セルに対する属性値または属性の索引値が格納されます。索引値が格納されている場合、索引値にさまざまな属性値を関連付けることができ、通常、これらの属性値は、値属性表またはラスター属性表と呼ばれるリレーショナル表に格納されます。

デジタル・イメージは、ラスター・データの特種なタイプです。規則的な間隔の画素（ピクセル）の2次元配列（マトリックスまたはグリッド）です。イメージは、光学センサーまたは他のスペクトル・センサーから作成され、衛星リモート・センシングや航空写真測量などのさまざまなテクノロジーを使用して収集されます。ピクセルのサイズは、イメージの解像度とみなされます。デジタル・イメージは多くのバンドを含むことができ、マルチスペクトルまたはハイパースペクトルとみなされます。ラスター属性表は、イメージまたはイメージのバンドと関連付けることができます。

GeoRasterでは、これらのデータタイプの統合型のラスター・データ・モデルが定義されます。概念的には、このモデルはコンポーネントベースで、論理レイヤー構造を持ち、多次元です。ラスターのコア・データは、ラスター・セルの多次元の配列またはマトリックスです。各セルはマトリックスの1つの要素であり、セルの値はセル値と呼ばれます。マトリックスには、次元数、セル深度、各次元のサイズがあります。セル深度は、各セルの値のデータ・サイズです。セル深度はすべてのセルに適用されます。このコア・ラスター・データのセットをブロック化して、格納、取得、および処理を最適化できます。コア・ラスター・データのピラミッド（Webアプリケーションでの高速検索に役立つ汎用的な低解像度のイメージ）を同じように生成、格納、および処理できます。

ラスター・データは論理レイヤー構造になっています。ラスター・データ全体はオブジェクト・レイヤーまたはレイヤー0と呼ばれ、1つ以上の論理レイヤー（サブレイヤー）で構成されます。たとえば、マルチチャネル・リモート・センシング・イメージの場合、サブレイヤーを使用してイメージのチャネルまたはバンドをモデル化します。GeoRasterでは、各サブレイヤーは行ディメンションと列ディメンションで構成されるセルの2次元マトリックスです。

セルのコア・マトリックスのほかに、ラスター・データ・オブジェクトには特定のメタデータが関連付けられます。GeoRasterでは、メタデータは次の情報を含むコンポーネントに分割されます。

- オブジェクト情報
- ラスター情報
- 空間参照システム情報
- 日時（時間参照システム）情報
- スペクトル（バンド参照システム）情報
- 各レイヤーのレイヤー情報

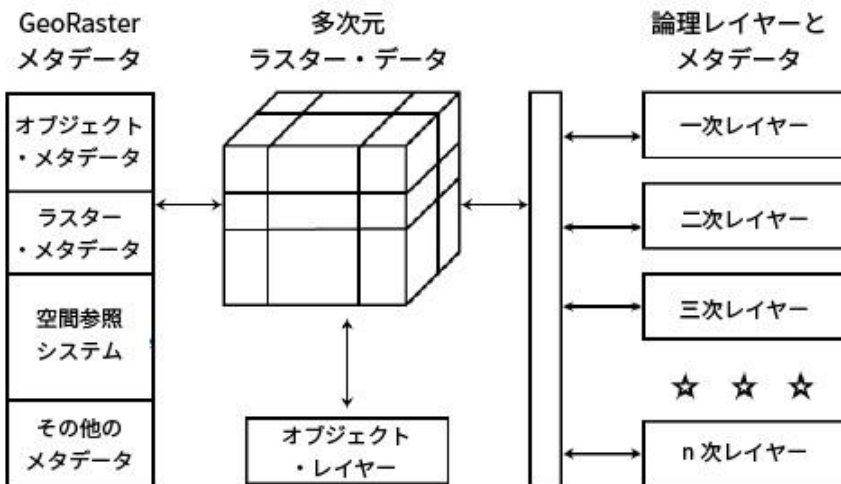


図3：GeoRasterオブジェクトの概念データ・モデル

オブジェクト情報には、ユーザー定義ID、説明、バージョン情報などのメタデータが含まれます。ラスター情報には、セル深度（1BIT、32BIT_S、または64BIT_REAL）、ディメンション、ブロッキング・サイズ、インターリーブ・タイプ、圧縮、ピラミッドに関する情報などのメタデータが含まれます。空間参照システムのメタデータには、地理参照に必要な情報が含まれます。ここに一般多項式モデルが定義され、地上基準点（GCP）を格納できます。

レイヤー情報には、GeoRasterオブジェクトの各論理レイヤーに関するメタデータが含まれます。また、レイヤー情報は、多くのサブコンポーネントで構成されます。レイヤー情報のメタデータのおもなサブコンポーネントには、ユーザー定義レイヤーID、スケール変更ファンクション、ピン・ファンクション、カラーマップ、グレースケール参照表、統計とヒストグラム、NODATA値と値範囲、ビットマップ・マスクなどがあります。値属性表を使用して、各レイヤーに格納される値の情報を保持できます。表の名前は、レイヤー情報のメタデータに登録できます。オブジェクト・レイヤーを含め、各レイヤーに1つのビットマップ・マスクを関連付けることができ、このビットマップ・マスクはレイヤー情報のメタデータに登録されます。特殊なメタデータであるビットマップ・マスクは、セル深度が1である特殊なラスター・グリッドです。物理ビットマップ・マスクは、コア・ラスター・データとともにRDTに格納されます。

オブジェクト情報とラスター情報を除き、他のすべてのメタデータ・コンポーネントはオプションです。そのため、GeoRasterでは、汎用の多次元配列データタイプも格納、管理、および操作できます。

GeoRasterオブジェクト

物理的に、GeoRasterデータ・モデルは2つのネイティブなRDBMSデータタイプ、SDO_GEORASTERおよびSDO_RASTERとして表現されています。SDO_GEORASTERデータタイプは、ラスター・データに関するすべての情報をカプセル化および格納します。このデータタイプは、GeoRasterデータベースの作成および管理にユーザーが使用する外部インタフェースです。SDO_RASTERデータタイプは、SDO_GEORASTERデータタイプの内部データタイプおよびオプション・データタイプであり、ユーザーが直接操作する必要はありません。

1つのラスター・データ（イメージまたはグリッド）がSDO_GEORASTERデータタイプのオブジェクトとしてOracleに格納されます。SDO_GEORASTERデータタイプの定義は以下のとおりです。


```
CREATE TYPE sdo_georaster AS OBJECT (
    rasterType NUMBER,
    spatialExtent SDO_GEOMETRY,
    rasterDataTable VARCHAR2(32),
    rasterID NUMBER,
    metadata XMLType);
```

GeoRasterメタデータは、SDO_GEORASTERタイプのメタデータ属性として格納されます。これは、Oracle XMLTypeデータタイプを使用したXMLドキュメントです。メタデータは、GeoRasterによって定義されるGeoRasterメタデータXMLスキーマに従って格納されます。GeoRasterオブジェクトの空間エクステント（フットプリント）はメタデータの一部ですが、GeoRasterオブジェクトの属性の1つとして個別に格納されます。この方法によって、GeoRasterでは、GeoRasterオブジェクトに対する空間Rツリー索引付けの使用や大規模なグローバル・イメージ・データベースの構築など、空間ジオメトリ型および関連機能を活用できます。SDO_GEORASTERタイプの他の属性にはrasterTypeがあり、ディメンション情報や拡張可能なデータタイプが含まれます。

実際のラスター・セル・データは、大規模なGeoRasterオブジェクトの保存や、取得および処理の最適化のために、小さいサブセットに内部的にブロック化されます。すべてのブロックは、SDO_RASTERタイプのリレーショナル表またはオブジェクト表に格納されます。SDO_RASTERタイプの定義は以下のとおりです。

```
CREATE TYPE sdo_raster AS OBJECT (
    rasterID NUMBER,
    pyramidLevel NUMBER,
    bandBlockNumber NUMBER,
    rowBlockNumber NUMBER,
    columnBlockNumber NUMBER,
    blockMBR SDO_GEOMETRY,
    rasterBlock BLOB);
```

このリレーショナル表またはオブジェクト表は、ラスター・データ表（RDT表）と呼ばれます。RDTがリレーショナル表として作成された場合、SDO_RASTER型の属性と同じ列がRDTに含まれている必要があります。各ブロックはバイナリ・ラージ・オブジェクト（BLOB）としてRDT表に格納されます。表の各行には、1つのブロックと、そのブロックに関連するブロック化情報のみが格納されます。

GeoRasterオブジェクトのピラミッドとビットマップ・マスクの両方が、同じブロック化スキームを使用してGeoRasterオブジェクトの同じラスター・データ表に格納されます。また、ピラミッドをビットマップ・マスク上に生成して、GeoRasterオブジェクトのピラミッドと同様に格納することも可能です。

空のGeoRasterオブジェクトは特殊なタイプのGeoRasterオブジェクトであり、すべてのセルが同じ値を持ちます。SDO_RASTERブロックにセルを格納する必要はありません。セル値は、blankCellValue要素のメタデータに登録されます。

大規模なモザイク・オブジェクトでストレージ領域を節約したり、ラスター処理速度を向上させるために、GeoRasterでは空のラスター・ブロックもサポートされています。空のラスター・ブロックは、容量の大きいGeoRasterオブジェクトの特定のラスター・ブロックに対して使用可能なラスター・データがない場合に使用します。このようなGeoRasterデータは、特別なスパース・データタイプとみなすことができます。空の各ラスター・ブロックのラスター・データ表内にはエントリが存在していますが、BLOBの長さはゼロ（つまり空）になります。ピラミッドとビットマップ・マスクにも、空のブロックを使用できます。

SDO_GEORASTERオブジェクト・タイプのrasterDataTable属性とrasterID属性の組合せは、データベース全体でGeoRasterオブジェクトを一意に識別します。これらの属性は連携して、ラスター・データ表のラスター・セル・データの格納と取得に必要な情報を内部的に提供します。また、この設計により、多数の小さいGeoRasterオブジェクトが1つのRDT表を共有する一方で、1つの大きいGeoRasterオブジェクトが1つの専用のRDT表を使用できるため、パフォーマンスとスケラビリティが向上します。ユーザーはGeoRaster表に無制限のGeoRasterオブジェクトを格納できます。内部的に、GeoRasterはシステム・ディクショナリ（GeoRaster sysdata表と呼ばれる）を使用して、GeoRasterオブジェクトとその関連するラスター・データ表の関係を保持します。GeoRasterオブジェクトのラスター・セル・データは個別のRDT表に格納されますが、次の項で説明するGeoRasterファンクションによって自動的に処理されます。

GeoRasterの機能

GeoRasterは、論理モデルと物理モデルの両方に加え、Oracle Databaseでのラスター情報のデータ管理を容易にする豊富な基本ファンクションを備えたPL/SQL APIおよびJava APIを提供します。この項では、GeoRasterで利用可能な基本的な機能インフラストラクチャの概要を説明します。

GeoRasterの操作は、次のカテゴリに分類できます。

- データベース作成
- データベース管理
- 基本的なデータ操作
- ラスター代数および分析
- イメージの処理と提供

データベース作成

ユーザーの観点では、GeoRasterデータベースは基本的に、各イメージまたはラスター・グリッドがGeoRasterオブジェクトとしてGeoRaster列の行に格納される、GeoRaster表のいずれか1つまたはリストで構成されるOracleデータベースです。1つまたは複数のデータベース・スキーマに実質上無制限のGeoRasterオブジェクトを格納できます。1つのGeoRaster表に無制限のGeoRasterオブジェクトを格納できます。また、1つのGeoRasterオブジェクトに1ピクセルのみ含めたり、GeoRasterオブジェクトのサイズを数テラバイトにしたりできます。

GeoRasterデータベースを構築するには、ユーザーは標準のSQL文またはPL/SQL言語を使用し、GeoRaster APIやサード・パーティ製のツールとソリューションを利用します。おもな手順は以下のとおりです。

- 標準DDLを使用してGeoRaster表とRDT表を作成します。

- サード・パーティ製のETLツール、GDALベースのETLツール、SDO_GEOR.importFromプロシージャ、またはクライアント側のJavaローダーを使用して、さまざまなラスター形式のファイルからGeoRaster表にラスター・データとメタデータをロードします。SDO_GEOR.importFromプロシージャおよびクライアント側のJavaローダーは、少数のイメージ・ファイルとラスター・ファイルを1つずつ簡単にロードおよびエクスポートするための軽量なツールです。GeoRaster GDALベースのETLツールは、多数のラスター・ファイルとイメージ・ファイルを一括で同時にロードおよびエクスポートするための強力なツールです。GDALでサポートされているすべてのラスター形式がサポートされます。また、GDALベースのETLおよびJavaローダーはGeoRasterビューアに統合されています。
- 必要に応じて、各GeoRasterオブジェクトの空間エクステンツを生成および更新します。空間エクステンツはSDO_GEOMETRYタイプです。
- GeoRasterオブジェクトを検証するには、SDO_GEOR.validateGeoRasterを呼び出します。メタデータを検証するには、SDO_GEOR.schemaValidateを呼び出します。
- GeoRaster表のさまざまな列に適切な索引（GeoRaster列の空間エクステンツ属性の空間Rツリー索引や、他の列のBツリー索引など）を作成します。ユーザーは、GeoRasterオブジェクトのメタデータ属性にファンクションベースの索引も作成できます。
- 標準のSQL文を使用してGeoRasterオブジェクトを更新および削除できます。SDO_GEOR.copyプロシージャを使用してGeoRasterオブジェクトを別の場所にコピーできます。
- さまざまなラスター形式のファイルにGeoRasterオブジェクトをエクスポートするには、GDALベースのETLツール、SDO_GEOR.exportToプロシージャ、クライアント側のJavaエクスポート、またはサード・パーティ製のETLツールを使用します。ロードの場合と同様に、これらのツールを使用すると、大容量のラスター・データが非常に迅速にエクスポートされます。

データベースを作成してデータをGeoRasterにロードしたら、ユーザーはデータの管理やデータの調整を実行したり、次の項で説明する空間問合せや高度な各種処理を実行できます。

データベース管理

GeoRasterオブジェクト・タイプは、ネイティブのOracleデータタイプです。このアプローチにより、ユーザーはバックアップ、リカバリ、パーティション化、表のセキュリティ、レプリケーション、スタンバイ、マルチテナントなど、標準のRDBMS機能のほとんどを使用してGeoRasterデータベースを管理できます。GeoRasterは、ラスター・ブロックのバージョンングのためのOracle Workspace Manager、行レベル（ラスター・ブロック）セキュリティのためのOracle Label Securityをサポートしています。また、GeoRasterはGeoRasterデータベースの管理と保守に役立つ10個以上のファンクションが含まれたSDO_GEOR_ADMINパッケージを提供しています。たとえば、

- SDO_GEOR_ADMIN パッケージのlistGeoRasterObjects、listGeoRasterColumns、listGeoRasterTables、listRDTの各サブプログラムを使用すると、現行のスキーマまたはデータベースに含まれている既存のGeoRasterオブジェクトと関連オブジェクトのステータスを確認できます。
- SDO_GEOR_UTL.renameRDTは、データ移行中に発生した競合を解決するために、データベース内のRDTの名前を変更します。

- SDO_GEOR_ADMIN.maintainSysdataEntriesは、現行のスキーマまたはデータベース内のSYSDATAエントリを自動的に保守します。
- SDO_GEOR_ADMIN.upgradeGeoRasterは、データベースのアップグレード後にエラーをチェックして修正します。
- スタンドアロンのGeoRasterビューアはDBAツールおよび開発ツールです。複数のデータベースまたはデータベース・スキーマに接続して、GeoRasterオブジェクトを表示できます。任意のピラミッド・レベルでラスターのズームイン、ズームアウト、およびスクロールが可能で、セルの値や座標の問合せも実行できます。また、基本的なイメージ処理演算子が用意されており、ビットマップ・マスクを表示できます。

基本的なデータ操作

標準のエンタープライズ・データベース機能を利用する以外に、さまざまなアプリケーション要件に対応してGeoRasterオブジェクトの管理と操作を最適化するために、GeoRasterはPL/SQL APIによって200以上のラスター・データ操作とメタデータ操作を提供しています。GeoRasterで提供されている以下の基本操作を使用すると、さまざまなデータ管理目標とデータ操作目標を達成できます。

- GeoRasterオブジェクトの内部的なラスター・ブロック・サイズを調整することで、スケーラビリティを向上させ、領域の使用を最適化して、ラスター処理と問合せを高速化する。各ブロックは同じサイズにする必要がありますが、異なるディメンションのラスター・ブロック化サイズはランダムな値に設定できます。必ずしも2の累乗にする必要はありません。
- さまざまなアプリケーションに適合するように、BSQ、BIL、およびBIPの間でバンド・インターリーブ・タイプを変更する。
- セル深度を変更する。1ビットから32ビットの整数と、32ビットと64ビットの実数のセル深度がサポートされています。
- 異なるリサンプリング方法を使用してピラミッドを作成する、およびピラミッドを削除する。GeoRasterでは、最近傍、共1次内挿法、共2次内挿法、3次畳込み内挿法、および周囲の4つのセルまたは周囲の6つのセルを使用する平均法がサポートされています。ピラミッド操作では、パフォーマンスを大幅に向上するためにパラレル処理がサポートされています。
- GeoRasterオブジェクトを可逆DEFLATE圧縮タイプ、不可逆JPEG圧縮タイプ、可逆JPEG 2000圧縮タイプ、または不可逆JPEG 2000圧縮タイプでネイティブに圧縮または解凍する。Oracle Databaseの高度なLOB圧縮も使用できます。圧縮されていない（解凍された）GeoRasterオブジェクトに実行できるほとんどのGeoRasterファンクションは、圧縮されたオブジェクトにも直接実行できます。
- PL/SQLファンクションを使用してGeoRasterオブジェクトを地理参照する、またはファイルの地理参照情報をロードする。幾何補正されたおよび幾何補正されない航空写真と衛星画像の地理参照に対して、一般多項式の地理参照モデルがサポートされています。3Dモデル座標と5の累乗までがサポートされています。アフィン変換、DLT、RPC、およびその他のモデルは、この一般モデルの特殊なタイプです。GCPを格納して、GeoRasterオブジェクトを地理参照するために使用できます。よく使用されている幾何モデルであるアフィン、二次多項式、三次多項式、DLT、二次有理、およびRPCがGCP地理参照でサポートされています。

- GeoRasterオブジェクトと個別のバンドまたはレイヤーのビットマップ・マスクを追加または削除する。これらのビットマップ・マスクは、GeoRasterオブジェクト内に格納されます。同様に、マスクのピラミッドを作成してGeoRasterオブジェクト内に格納できます。GeoRasterオブジェクトが圧縮される場合、マスクは圧縮されます。
- NODATAを追加または削除する。GeoRasterオブジェクトおよび個別のバンドまたはレイヤーに対して、複数のNODATA値および複数のNODATA値の範囲がサポートされています。
- スケール変更ファンクション、ビン・ファンクション、カラーマップ、およびグレースケール情報を追加または削除する。
- 対象領域の問合せ、空間結合問合せ、他のトポロジベースの空間操作など、空間索引と空間演算子を使用してGeoRasterオブジェクトを空間検索する。
- イメージをクロッピングしてサブセット化を実行し、データベースの永続ストレージ用や、Web配信およびWeb表示に対する特定の問合せへの応答として、新しいGeoRasterオブジェクトを作成する。問合せの結果やサブセットの結果をポリゴン（不規則な）境界とともに切り取ることがサポートされています。ビットマップ・マスクをウィンドウのクロッピングとしても使用できます。
- セル座標を問い合わせ、GeoRasterのセル空間とモデル空間の座標変換を実行する。GeoRasterでは、GeoRasterセル空間でのサブセルまたはサブピクセルのアドレッシング（浮動小数点の行番号および列番号）がサポートされています。
- セル値を問い合わせるか、指定された内挿方法を使用して、隣接するセルの値に基づいて直接の場所を評価し、その場所に指定されたバンドまたはレイヤーのラスター値を戻す。
- 別のイメージまたはグリッド・データを使用して、ラスター・データとそのピラミッドのウィンドウを部分的に編集および更新する。単一セルの値を変更します。更新された領域のみを反映するように、更新された領域の上位ピラミッド・レベルを部分的に再生成できます。
- 永続的またはオンザフライの両方で、統計を分析してオブジェクト全体または個別のレイヤーのヒストグラムを生成する。ポリゴンおよびビットマップ・ベースのウィンドウの両方を使用できます。
- 数十ものファンクションまたはプロシージャを使用し、メタデータの他のほとんどの項目について問合せ、削除、および更新を実行する。GeoRasterのセル・データとメタデータの更新と問合せは、Oracle DatabaseのGeoRasterを効果的に使用するために不可欠です。おもなサブプログラムには、バージョン情報の更新、ユーザー定義ID、ディメンション・サイズ、およびブロッキング・サイズの問合せ、座標系と地理参照情報の確認、時間情報の問合せと更新などがあります。

ラスター代数および分析

GeoRasterは、高速なセル・データ検索、ラスター・データの分析、および地図的モデリングを可能にするPL/SQLベースのラスター代数エンジンを提供します。GeoRasterラスター代数言語はPL/SQL言語の拡張であり、固有の代数式と代数ファンクションを備えています。代数式は、一般的な算術演算、論理演算、条件付き演算、関係演算、および統計演算をサポートしています。

ラスター代数ファンクションはほとんどがローカルファンクション・タイプで、算術演算、条件付き問合せ、分類、セル値ベースの更新をサポートする4つのおもなプロシージャを備えています。このデータベース内のラスター代数エンジンを利用すると、次の主要な演算を実行できます。

- 複雑な算術演算を実行する。
- 論理条件や関係条件に基づいてセルを検索する。
- 算術演算をセルに適用して、得られたラスターをセグメント化する。
- 条件に基づいてラスターのセルを編集または更新する。
- 統計値（最小値、最大値、平均値、中央値、最頻値、合計値、標準偏差値など）をレイヤーごとまたはスタックごとに生成する。
- 複雑な論理演算および分析を実行する。
- ラスター・データをスケール変更、オフセット、およびキャストする。
- 地図的モデリングまたは他の分析を実行する。

これらのファンクションは、1つ以上のGeoRasterオブジェクトの1つ以上のレイヤーを取得し、それらのレイヤーにラスター代数式を適用し、特定の代数計算またはモデリングを実行して、新しいGeoRasterオブジェクトまたは統計結果を出力します。式は、式言語の構文に基づいた任意の方法で定義できます。PL/SQL言語を使用して、変数や定数の宣言、文の体系化、ラスター代数プロセスやモデルのプログラミングを行います。AOIとクロッピングがサポートされています。

また、パフォーマンスをさらに向上するために、すべてのラスター代数ファンクションではパラレル処理がサポートされています。

イメージの処理と提供

GeoRasterでは、高度なイメージ処理機能と提供機能がいくつか用意されています。このような機能として、GCP地理参照、再投影、幾何補正、オルソ補正、ワープ、アフィン変換、イメージのスケール変更、ストレッチ、マスキング、フィルタリング、イメージのセグメント化、NDVI計算、タッセルド・キャップ変換、イメージの追加、バンドのマージ、大規模な拡張イメージ・モザイク処理、仮想モザイクなどがあります。ここで説明する操作は、地理空間イメージ（特に衛星によるRAWイメージや航空写真）を処理および提供する際にもっともよく使用されます。ただし、これらの操作はGeoRasterラスター代数と同様にすべてのラスター・データタイプに適用されます。

- 最近傍、共1次内挿法、共2次内挿法、3次畳込み内挿法、または平均リサンプリングを使用してイメージを拡大または縮小する。
- 提供のためにオンザフライで、または格納のために永続的に、GeoRasterオブジェクトを異なる投影または座標系に再投影（変換）する。
- 2Dの地理参照RAWイメージを幾何補正する。
- 平均の高さまたはDEMを使用して3D地理参照RAWイメージをオルソ補正する。
- イメージをワープまたはアフィン変換する。
- マスクを純粋なメタデータとして格納するだけでなく、ビットマップ・マスクを使用してイメージを物理的にマスクする。

- イメージのストレッチ、正規化、均等化、ヒストグラム・マッチング、および覆い焼きによってイメージの色を拡張する。
- 標準フィルタまたはカスタム・フィルタを使用してイメージをフィルタリングする。
- ラスター代数を使用してイメージをセグメント化する。
- イメージのNDVI (Normalized Difference Vegetation Index) および他のVIを計算する。
- イメージにTCT (Tasseled Cap Transformation) を適用して、土壌の明るさ、植生の緑度、土壌とキャノピー湿度などの物理的な地表特徴を分析する。
- GeoRasterオブジェクトのレイヤーをマージまたは統合する。GeoRasterオブジェクトから1つのレイヤーまたはレイヤーのサブセットを抽出する。
- 空間境界の制限なしに、複数の小規模なイメージを1つの大規模なイメージに追加する。複数の小規模なイメージを幾何補正する、幾何補正しない、または別々の解像度にできます。これらのイメージをターゲット・イメージの側に配置できます。
- データベース内の大規模なラスター・データセットをモザイク処理する。GeoRasterのモザイク処理ファンクションにより、切れ目、重複、欠落したソースGeoRasterオブジェクトに対応できます。幾何補正されたイメージと幾何補正されないイメージの両方がサポートされており、内部的再投影と幾何補正、および共通ポイント・ルールがサポートされています。重複する領域を自動的に識別および使用することで、ヒストグラム・マッチングを含むカラー・バランスがサポートされています。また、パラレル処理を使用して実行されます。このモザイク処理プロセスにより、物理モザイクと呼ばれる1つのGeoRasterオブジェクトが生成されます。
- 1つのGeoRasterオブジェクトの場合と同様に処理され、1つ以上のGeoRaster表またはビューに基づく、幾何補正の有無を問わない、地理参照されたGeoRasterオブジェクトの大規模コレクションである、仮想モザイクを使用する。仮想モザイクは、GeoRaster表のいずれか1つまたはリスト、GeoRaster列を含むデータベース・ビュー、またはGeoRasterオブジェクトのコレクションが生成されるSQL問合せ文として定義されます。仮想モザイクのピラミッドがサポートされています。ユーザーは、対象領域（サブセット化またはクロッピング）に基づいて仮想モザイクを問い合わせる1つのコールを発行して、クロッピングされたイメージが異なる解像度を持つ異なる座標系に配置されるようにリクエストします。共通ポイント・ルールとカラー・バランスを使用したりサンプリングおよびモザイク処理のオンザフライ変換が内部的かつ自動的に実行されます。
- 本書で説明しているPL/SQL APIおよびJava APIのさまざまなファンクションを利用し、イメージおよびラスター・データをクライアントまたはアプリケーションに提供する。これには、ファイルへの直接エクスポート、ラスターの検索とそれに続くサブセット化またはクロッピング、および再投影と幾何補正のオンザフライでの適用が含まれます。仮想モザイクは、特に大規模な物理モザイクの作成を希望しない場合に、さまざまなアプリケーションにイメージ・データベースを提供するためによく使用されます。仮想モザイクでは、ソース・イメージを事前処理したり、前もってモザイク処理する必要はありません。代わりに、すべてのイメージがそのまま格納され、サーバーを1回呼び出せば、イメージ・データセット全体を小さい対象領域に基づいて提供できます。

- 標準のOGC Webサービス（WMSおよびWCS）を使用して、イメージおよびラスター・データをWeb経由で提供する。

データベース作成、データベース管理、データ操作、ラスター分析、イメージ処理、およびラスター・データの提供と配布を実行するためのPL/SQL APIおよびJava APIが用意されています。これらのAPIは、GeoRaster上でアプリケーションを開発、統合する際にも役立ちます。ユーザーはJava、C、またはC++を使用してPL/SQL APIおよびJava APIを利用するか、オープンなGeoRasterデータ・モデルのバイナリ・データに直接アクセスできます。また、イメージおよびラスター・データをWeb経由で提供するために、WMSおよびWCSを使用できます。詳しくは、『Oracle Spatial GeoRaster開発者ガイド』を参照してください。

Oracle Databaseでラスター・データを管理する利点

この項では、GeoRasterを使用して地理空間イメージおよびラスター・データを管理する場合のおもな利点について説明します。

- GeoRasterデータ・モデルは、オープンな統合型のラスター・データ・モデルです。さまざまなイメージとラスター・データタイプがサポートされているため、多数のデータ・モデルを扱う必要がなく、データ管理タスクが大幅に簡素化されます。
- GeoRasterのデータタイプは、データベース内のラスター・データ・ストレージ用に設計されており、ファイル形式に依存しません。さまざまなファイル形式のラスター・ファイルをGeoRasterにロードできるため、格納と管理を効率的に行えます。GeoRasterオブジェクトのメタデータとセル・データはすべて、ユーザーに対してオープンであり、アクセス権限が付与されているユーザーはビット・レベルでアクセスできます。そのため、サード・パーティ製アプリケーションの開発を共有でき、ベンダー・ロックインも回避できます。
- サイズの制限がなくなります。実質上無制限のGeoRasterオブジェクトを格納し、単一のGeoRasterオブジェクトのサイズを数テラバイトにできます。内部チューニング・ツールと圧縮機能を使用し、さまざまなアプリケーションのニーズやパフォーマンス要件にもっとも適合するように、ラスター・ブロッキングや他のストレージ・オプションを最適化できます。
- ネイティブ・データタイプのアプローチを取っており、通常のリレーショナル表にラスター・データを柔軟に格納できます。異なる投影や場所に含まれているイメージまたはラスターを同じ表に格納でき、ユーザーは地球全体の空間索引や他の索引を使用してグローバル・データベースを簡単に構築できるため、地上のどの場所でもラスターの間合せと操作を高速に実行できます。
- SQLアクセスにより、ラスター・データの管理が向上します。標準のSQL APIまたはPL/SQL APIは柔軟性が高く、強力で使いやすいため、エンタープライズ統合を加速させて、地理空間アプリケーションの領域を拡大するのに役立ちます。
- データベース中心のアプローチとバランスの取れたメモリ管理により、数千もの同時問合せや同時ユーザーに対応できます。また、Oracle Enterprise GRIDコンピューティング・テクノロジーまたはコンピュータ・クラスタを利用すると、同時実行性を大幅にスケールアップできます。
- ラスター・データの管理と処理に、ハイパフォーマンス・コンピューティングを利用できます。GeoRasterは、データベース内処理、最適化されたマルチタスキング、およびパラレル処理を特徴としています。

データベース内のデータ操作、ラスタ代数、およびイメージ処理機能により、データが格納されている場所でデータを処理できます。マルチタスキングやパラレル処理と組み合わせることで、優れたパフォーマンスと真のセキュリティが得られます。従来型のイメージ処理システムやGISシステムでも、これを利用してデータの前処理やフィルタリングをデータベース内で実行できるため、パフォーマンスが向上します。

- データ・セキュリティ、レプリケーション、パーティション化、バルク・ロード・ユーティリティをすぐに利用できます。
- ラスター、ベクター、XML、およびさまざまなタイプの属性データを単一サーバーに格納できます。Oracleを使用すると、共通の記憶域、索引、空間参照、問合せ最適化、セキュリティ、およびユーザー管理を利用してラスタ、ベクター、および属性データを1つのデータ管理環境で効率的に管理できるため、処理のオーバーヘッドが軽減されて、異種の空間データを調整、同期化するという複雑な作業も不要になります。
- GIS、リモート・センシング、ビジネス・データなどの異種のデータ管理環境を統合するための最適なプラットフォームが得られます。カスタマイズされた包括的なデータ管理ソリューションをビジネス・アプリケーションと従来の地理空間アプリケーションの両方に構築できます。
- Oracle Databaseのマップ可視化コンポーネントとOracle Spatial Studioは、GeoRasterをサポートしています。インターネット・デプロイメントであるため、24時間365日のアップタイムを実質上追加コストなしに実現し、多数のユーザーがアプリケーションに同時にアクセスできます。
- 主要なサード・パーティ製およびオープンソースのイメージ処理、GIS、Webサービス、および可視化ツールによってサポートされており、これらと統合されています。
- ラスタ、ベクター、および属性の記憶域が統合されるため、トレーニング、ソフトウェア、サポート、およびアプリケーション統合にかかるコストが削減されます。
- リスクの軽減 - イメージおよびラスタ情報がOracle Databaseに統合されるため、スケーラビリティ、信頼性、およびパフォーマンスが向上します。

まとめ

Oracle Databaseの一機能であるGeoRasterを使用すると、大容量のラスター・データを管理、処理、分析、および提供するための強力な機能が得られます。オラクルは、地理空間イメージとグリッドベースのラスター・データを名前付きのネイティブ・データタイプとしてデータベースに格納できる、商用データベース管理ソフトウェアを提供している唯一のプロバイダです。ラスター・データセットと他のエンタープライズ・データセットの完全な統合を可能にし、ビジネス・アプリケーションの強化を支援します。

統合型のオープンなラスター・データ・モデルにより、さまざまなイメージおよびラスター・データタイプがサポートされており、データ管理タスクが簡素化されます。ラスター・データを柔軟にブロック化できるため、大規模なラスターを格納して簡単に管理できます。空間索引や他の索引を利用してラスターのメタデータとセル・データを高速に検索、取得できます。

GeoRasterのPL/SQL APIおよびJava APIを使用すると、既存のGeoRasterオブジェクトの内部記憶域を最適化し、データベースを管理し、対象領域に基づいてラスターを検索し、大規模なモザイクを作成し、大規模なイメージを処理し、パラレル処理を使用して地球規模で地図的モデリングを実行できます。

選択したラスター問合せツールおよび他の操作をGeoRaster上に簡単に構築して、イメージやラスターをミドルウェアやアプリケーションに迅速に提供できます。これにより、アプリケーションの構築と管理に要するコストが削減されます。

ファイルベースのイメージ処理システムやラスター・データ・アプリケーションを使用するユーザーは、Oracle Databaseのスケラビリティ、セキュリティ、信頼性、パフォーマンスからメリットが得られます。また、ミッション・クリティカルなアプリケーションおよび統合をサポートする、エンタープライズ・グリッド・コンピューティング・テクノロジーを利用できます。

Connect with us

+1.800.ORACLE1までご連絡いただくか、oracle.comをご覧ください。北米以外の地域では、oracle.com/contactで最寄りの営業所をご確認いただけます。

 blogs.oracle.com

 facebook.com/oracle

 twitter.com/oracle

Copyright © 2021, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved. 本文書は情報提供のみを目的として提供されており、ここに記載されている内容は予告なく変更されることがあります。本文書は、その内容に誤りがないことを保証するものではなく、また、口頭による明示的保証や法律による黙示的保証を含め、商品性ないし特定目的適合性に関する黙示的保証および条件などのいかなる保証および条件も提供するものではありません。オラクルは本文書に関するいかなる法的責任も明確に否認し、本文書によって直接的または間接的に確立される契約義務はないものとします。本文書はオラクルの書面による許可を前もって得ることなく、いかなる目的のためにも、電子または印刷を含むいかなる形式や手段によっても再作成または送信することはできません。

本デバイスは、連邦通信委員会のルールに基づいた認可を未取得です。認可を受けるまでは、このデバイスの販売またはリースを提案することも、このデバイスを販売またはリースすることはありません。

OracleおよびJavaはOracleおよびその子会社、関連会社の登録商標です。その他の名称はそれぞれの会社の商標です。

IntelおよびIntel XeonはIntel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARC商標はライセンスに基づいて使用されるSPARC International, Inc.の商標または登録商標です。AMD、Opteron、AMDロゴおよびAMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devicesの商標または登録商標です。UNIXは、The Open Groupの登録商標です。0120

免責事項：データシートにこの免責事項の記載が必要かどうか分からない場合は、収益認識方針を参照してください。本書の内容と免責事項の要件についてさらに質問がある場合は、REVREC_US@oracle.com宛てに電子メールでご連絡ください。