

Ⅱ-22 3次元データの流通及び活用のためのビューアー開発

黒川 史子*

政木 英一*

瀬川 敦詞**

小林 洋美**

Chikako KUROKAWA

Hidekazu MASAKI

Atsushi SEGAWA

Hiromi KOBAYASHI

【抄録】 測量技術等の進歩により、様々な分野において3次元地理情報が注目されている。しかし、表示だけではなく解析を行うためには、CADやGISなどのソフトウェアが必要となり、データ普及のボトルネックとなっている。そこで本検討では、3次元地理情報を利活用するための機能を備えたビューアーシステムの開発を行った。システムの開発にあたり、河川や道路、砂防など各分野での機能要件を整理し、ビューアーの機能として抽出した。その結果として挙げられた動画作成、断面図作成、主題図作成といった要件を満たすためのデータモデルを検討し、システムの開発を行った。また、データモデルは地理情報標準の空間スキーマの構造と対応付けを行い、地理情報標準の符合化に則って作成されたXMLデータの読み込みが可能なものとした。

【キーワード】 3次元地理情報, GIS, CG, CAD, 地理情報標準

1. 開発の経緯

近年測量技術の進歩により、3次元地理情報の取得とその利活用に注目が集まっている。LP(レーザープロファイラ)のような高精度の3次元地形データの取得により急傾斜地区の土砂災害対策や河川氾濫などの国家的なプロジェクトから、CGを活用したマンション建設に伴う景観シミュレーションまで様々な分野での活用が行われている。特に道路建設や市街地再開発など利用者や地域住民への説明責任が問われる昨今、現実空間をより忠実に再現することが可能である3次元地理情報への需要はますます高まると予想される。しかしながら現状では3次元地理情報の表示や加工には、CADやCG、GISなど特定の目的のためのソフトが必要となるため、多様なプレゼンテーションへの対応が困難である。

そこで本研究では、建設分野のプレゼンテーション等に必要となるCAD、CG、GIS等の機能を持つ3次元地理情報のビューアーソフトの開発を行った。

2. システムの構成

2.1 機能要件

ビューアーに付加する機能を決定するにあたり、建設各分野(道路、河川、砂防、地盤)の専門家からシステムへの要件を抽出し、ニーズの高さと開発の難

易度を考慮し3段階の開発フェーズを設定し機能と機能の概要及び操作イメージを定義した。各開発フェーズの機能及び機能の概要は以下のとおりである。

【開発フェーズ1】

開発フェーズ1ではデータ読み込みと基本的な表示機能の開発を行う。

なおいずれの分野においても、作成したデータの表示手段として、動画のニーズが高い。そこでカメラの視点を記録し動画の作成を行う機能を付加する。

機能分類	機能	機能概要
3Dデータ表示	拡大・縮小・パンニング	表示画面の拡大・縮小・パンニングをリアルタイムに行う。
	リアルタイムカメラビュー設定	カメラ位置と向きを設定をリアルタイムに行う。
	ウォークスルー	カメラ位置の軌道を設定し、移動しながらリアルタイムに表示を行う。
	レイヤ表示	モデルの種別毎にレイヤを持たせ、レイヤ毎の表示ON/OFFを行う。
3DデータCG	ワイヤーフレーム	モデルをワイヤーフレームで表示する。
	シェーディング	モデルに対し、シェーディング処理を行い表示する。
	レンダリング	モデルに対し、レンダリング処理を行い表示する。
	テキストチャマッピング	地形モデルに対してテキストチャ表示を行う。
	誇張表現	倍率を指定し、モデルの座標を誇張表現する。
	ビューウィンドウ	レンダリング結果を複数表示するウィンドウを表示する。
数値入力	ダイアログ	座標点の指示等をダイアログ入力で行う。
データ入力	DXF	地形図データ、TINデータ等をファイルから入力する。
	VRML	3Dオブジェクトデータをファイルから入力する。
内部データ	保存・読み込み	現在、表示・編集中の状態をファイルに保存する。ファイルを読み込むことにより保存してあった状態に戻る。

【開発フェーズ2】

開発フェーズ2ではニーズが高く、難易度が低い解析機能の開発を行う。

建設分野における3次元地理情報の共通的な利用

* 国際航業株式会社 〒102-0085 東京都千代田区6番町2

** 日本総合システム株式会社 〒160-0022 東京都新宿区6-24-16

範囲として詳細な地形データが求められている。よって座標計測や距離計測など基本的な地形計測を機能として定義する。

機能分類	機能	機能概要
3DデータCG	テクスチャマッピング(透過)	モデルに対し、テクスチャマッピング処理を行い表示する。
3Dデータ選択	ポイントピック	表示されているモデル上の1点をピックする。
	面ピック	表示されているモデル上のTINをピックする。
	エリア選択	表示されているモデル上でエリアを指定して選択する。
3Dデータ解析(計測系)	座標計測	ピックした点の座標(X,Y,Z)を表示する。
	距離計測	2点をピックし、2点間の2次元上での距離と3次元での距離を表示する。
	面積計測	エリア選択された範囲を2次元に投影した場合の面積を表示する。
	傾斜1	面ピックした一つの面の傾斜角を表示する。
	傾斜2	傾斜角の範囲を入力し、指定エリア内で該当する面をハイライト表示する。
	表面積計測	エリア選択された範囲の表面積を表示する。

【開発フェーズ3】

開発フェーズ3では、ニーズが高いが難易度が高い機能及びニーズは高くないが難易度が低い機能の開発を行う。

道路や砂防など、どの分野においても、地形データを用いた横断面や縦断面図の作成や、標高や勾配区分による主題図作成が頻繁に行われる。よってこれらを機能として定義する。地質分野においては断面図作成に地下構造が不可欠なため、ボクセルデータの読み込み機能を定義する。

また3次元地理情報を用いてプレゼンテーションを行う際に、コメントの作成やポリゴン及び立体の描画などの作図のニーズが高かったため、機能として定義した。

機能分類	機能	機能概要
3Dデータ表示	文字表示	文字列をモデル上に立ち上げて表示する。カメラ位置が変わっても常にカメラ側を向く様に表示する。
	ガイド画面	サブ画面上で全体図でのカメラ位置を視覚的に確認する。2次元位置は平面図上で、3次元位置はスケールバーで表現する。
3Dデータ解析(計測系)	体積計測(容積)1	ボクセルデータを元にエリア選択した範囲内の体積計算を行う。
	体積計測(容積)2	標高を基にエリア選択した範囲の体積計算を行う。
	2点間距離計測	2点をピックし、2点間の地形に沿った距離を計算する。
	河川勾配計測	河川の上流を指定することにより自動的に河川をトレースして、谷底のラインを導出する。
3Dデータ解析(表示系)	土砂堆積	土砂堆積の末端位置と堆積角度を指定することにより、土砂が堆積している形状を表示する。
	勾配区分表示	エリア選択された範囲の面を傾斜角のランキング毎に色別表示する。しきい値の範囲設定は任意に行う。
	標高区分表示	エリア選択された範囲の面・点を標高のランキング毎に色別表示する。しきい値の範囲設定は任意に行う。
	斜面方向表示	エリア選択された範囲の面を斜面方向毎に色別表示する。しきい値の範囲設定は任意に行う。
3Dデータ解析(その他)	勾配法線表示	面ピックした一つの面の勾配に対して法線を表示する。
	縦断、横断	指定した断面線で断面図を作図する。
データ入力	XMLファイル	XMLファイルを読み込む。
	ボクセルデータ	地質データをファイルから入力する。
オブジェクト作図	ポリゴン(3D)	画面上に3次元のポリゴンを作図する。
	3Dシェイプ	画面上に3次元形状を作図する。底面のポリゴンを指定し、高さを与える。
オブジェクト属性	属性入力	3Dシェイプに、最大5個の属性を付与する。
	属性表示	3Dシェイプの属性を表示する。
	属性削除	3Dシェイプの属性を削除する。
	属性検索	属性値から3Dシェイプを検索する。
3DデータCG	立体視	赤青メガネによる立体視を行う。

2.2 システムの概要

本システムの開発はオブジェクト指向言語であるJavaを用いた。これにより、OSに依存せず、インターネットとの親和性が高いシステムとなる。また、3Dグラフィックスアプリケーション開発のためのAPI Java3Dを利用している。

システム構成は図1の通りである。表示や解析を行うメインモジュール、DXFやVRMLなど外部形式ファイルの読み込み、及びビューア内部形式ファイルの読み込み・保存から構成する。なおTINの解析処理には占用のDLLを開発した。またレジストリ値取得などJavaではできない機能の実装には、C言語によるDLLを開発した。

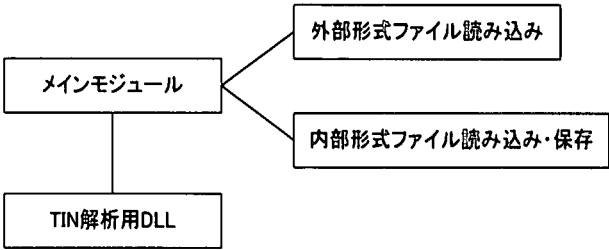


図 1システム構成

3. データモデル

3.1 データモデルの構築

定義した機能を実現するために図2のようなデータモデルを作成した。

データモデルは、地形、道路や建物など地形の上に乗る設置物、及び地下構造から構成する。

断面図作成や距離計測を行うためには、連続的な面として地形を表現する必要がある。そこで地形はTINによって表現する。地下構造は面では表すことができないレンズ構造などの複雑な地層を表現するため、ボクセルを採用する。設置物は様々な形状表現に耐えうる必要があるため、点、線及び面によるデータモデルを作成する。なお、設置物についても電線や道路など連続的な構造が必要となる場合がある。なお、立体形状はポリゴンに高さを与えることで表現する。

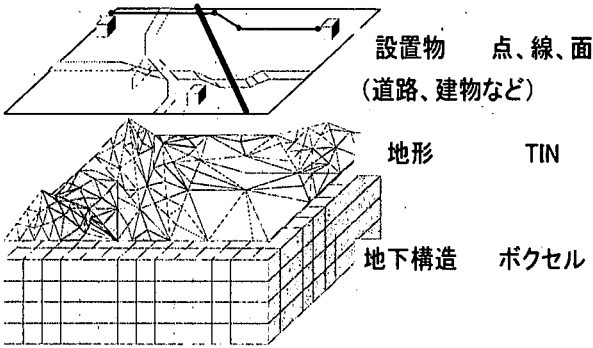


図 2データモデル

3.2 地理情報標準 “空間スキーマ” のエンコーディング

地理情報標準とは空間データ交換のための標準である。本検討では、地理情報標準の空間スキーマに定義されたジオメトリの構造をシステムに取り込む試みを行った。地形を表現する TIN 及び設置物を表現する点、線、面の形状及び位相関係を構造化するために、空間スキーマプロファイルを作成した（図 3）。

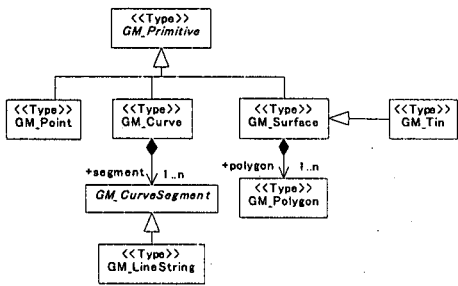


図 3空間スキーマプロファイル

地理情報標準では、データ交換のために必要となる符号化規則を規定する。これにより、応用スキーマ（1 つまたはそれ以上の応用システムによって要求されるデータのための概念スキーマ）で定義したデータモデルに従って、システムに依存しないデータ構造体に符号化することができる。データ交換にはプラットフォームに依存せず、WWW 上で共有できる XML (Extensible Markup Language) の利用が推奨されている。そこで作成した空間スキーマプロファイルの構造に従った XML データをシステムに読み込み、かつ応用スキーマ及び空間スキーマプロファイルの構造を理解して内部に展開する機能の開発を行った。

XML データの読み込みは XMLLoader クラスで行う。応用スキーマと空間スキーマを分けて読み込む。応用スキーマ部分はレイヤ管理を行うため、LayerControl クラスに渡す。LayerControl クラスは、応用スキーマに定義した地物ごとに Layer クラスを作成する。つまり、地物ごとにレイヤが作成される。空間スキーマ部分はジオメトリを管理する GeometryControl クラスに渡す。Layer クラスは GeometryControl クラスで管理されたジオメトリの情報を取得し、表示を行う（図 6）。

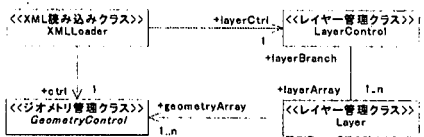


図 4ジオメトリ構造の展開

XMLLoader クラスは、XML データ読み込みの際に、空間スキーマプロファイルの各クラス構造を理解し、空間スキーマプロファイルのクラスごとに用意されたジオメトリ管理クラス（図 5）にデータを蓄積する。これはクラスにより、属性や関連などクラス構造が異なるためである。

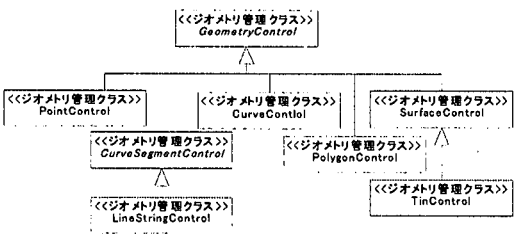


図 5ジオメトリ管理クラスの構成

例えば PolygonControl クラス（図 6）は空間スキーマの GM_Polygon クラス（図 7）の構造を展開する。

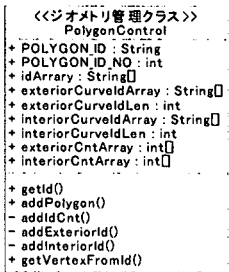


図 6ポリゴン管理クラス

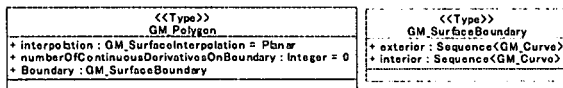


図 7GM_Polygon の構造

GM_Polygon クラスは外周 (exterior) 及び内周 (interior) を示す GM_Curve クラスの順列で構成される。PolygonControl クラスは 1 つの XML データファイルに記述された全ての GM_Polygon データを管理するが、GM_Polygon クラスの識別子、外周及び内周を構成する GM_Curve クラスの識別子及びそれぞれの GM_Polygon がいくつからの GM_Curve で構成されているかを配列で格納する。

Layer クラスは、全てのデータが読み込まれた時点で、Java3D のジオメトリクラスに展開する。今回、点は PointArray、線は LineStripArray、面及び TIN は TriangleArray を用いた。線は中間点を表現するため LineStripArray を用いた。また、点や線などの形状を配列で管理しているのは、形状ごとに Shape3D が作成されるとデータ量が膨大になるからである。そこで配列で管理することにより、各レイヤでは点や線などジオメトリの種類ごと最大 6 つの Shape3D に取りまとめて作成する。

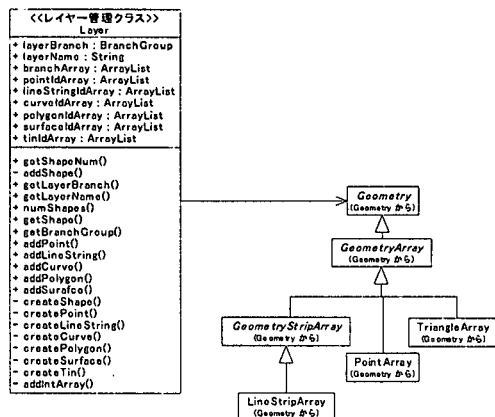


図 8 レイヤ管理クラス

4. 今後の課題

本検討では 3 次元地理情報のビューアーシステムの開発を行った。各分野から要件を抽出して定義した機能を実現するためのデータモデルを構築した。これまでは CAD, CG, GIS それぞれのシステムで独

自のデータモデルが構築されてきた。しかし今回の検討で各分野の機能要件を整理した結果、地形は TIN、設置物は点又は線又は面、地下構造はキュービックというデータモデルを構築することによって、CAD, CG, GIS の各システムで共通利用が可能となる、ある一定の方向性を持ったデータモデルの提供が可能であることが分かった。今後の検討課題は以下の 3 点である。

■ より厳密な地理情報標準のジオメトリ構造への対応の検討

今回作成した空間スキーマプロファイルでは線の構成要素として折れ線分、面の構成要素として平面のみを定義している。今後はこのプロファイルの構造を精査し、より厳密に地理情報標準のジオメトリ構造を理解するための検討を行う。

■ 応用スキーマの構造への対応の検討

今回の検討では、空間スキーマプロファイルの構造のみを検討の対象としたため、応用スキーマの構造をシステムは理解できない。今後は地物の主題属性など空間属性以外の地物属性及び 2 項関連や集約など地物間関連を理解し、応用スキーマ全体の構造を理解するための検討を行う。

■ 描画効率及びデータハンドリング向上の検討

3 次元地理情報を用いて、現実空間をより詳細に表現するためにはデータ量が増加することが予想できる。CG の世界では既にレンダリングなどの描画に関する技術開発が進んでいる。よって今後は LOD (Level Of Distance) などの機能を利用し、3 次元地理情報の描画効率及びデータハンドリングの向上についても検討を進める。

参考文献

地理情報標準推進委員会, “地理情報標準 (第 1.2 版) I 空間スキーマ”, 国土交通省国土地理院
<http://www.gsi.go.jp/REPORT/GIS-ISO/stdind/stdindpdf/pt1-wi01.pdf>

地理情報標準推進委員会, “地理情報標準 (第 1.2 版) III 応用スキーマのための規則”, 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/REPORT/GIS-ISO/stdind/stdindpdf/pt1-wi03.pdf>

地理情報標準推進委員会, “地理情報標準 (第 1.2 版) IX 符合化”, 国土交通省国土地理院,
<http://www.gsi.go.jp/REPORT/GIS-ISO/stdind/stdindpdf/pt1-wi09.pdf>

Henry Sowizral, Kevin Rshforth, Michael Deering, The Java 3D API 仕様, (株)アスキー

田中成典, Java3D グラフィックス入門, 森北出版