

歩行者経路案内のための3次元都市空間データモデルの構築

蒔苗 耕司・高木 美紀

3D Spatial Data Model for the Pedestrian Navigation System

Koji MAKANAE, Miki TAKAKI

Abstract: In this study, the 3D spatial data model for the pedestrian navigation system in urban area was developed. The basic classes of spatial data model are areas, objects and layers, which have links between nodes on them. A schema of the spatial data model is modeled using UML and implemented by XML. To evaluate the spatial data model, a pedestrian navigation system is developed. It is proved that the 3D spatial data model is valid because the navigation system can process the spatial data adequately.

Keywords: 空間データモデル(Spatial data model), 3D GIS, 歩行者経路案内(Pedestrian Navigation)

1. はじめに

土地利用の高度化に伴い、都市空間の中では様々な構造物が複雑かつ輻輳した状況で存在している。近年、地理情報システム(GIS)が急速に普及しつつあるが、一般に用いられている2次元GISではこのような輻輳した都市空間の表現には限界がある。このような問題に対し、空間情報を3次元的に定義、表現できる3次元GISの構築が必要不可欠であり、その研究開発が進められている。例えば、総務省(2002)による立体経路案内モデルシステムは、立体経路を実際に歩く感覚で表現するものであり、東京駅周辺において実験が行われている。また建物等に付与した高さ情報を基に3次元モデルを構築し、その可視化を行うシステムも3次元GISの一技術として研究

開発が行われている(瀬尾他,197,インクリメントP他,2002など)。これらの例に示されるように、3次元GISに関する研究は3次元空間の視覚的表現が主となっていたが、3次元空間情報モデルの定義と標準化が必要との認識がなされつつあり、いくつかの研究が行われるようになってきた(NTTコミュニケーションズ,2003など)。

本研究では、歩行者を対象とした歩行者経路案内システムへの適用を考慮した3次元都市空間モデルを構築するとともに、その実装により有効性を評価する。

2. 都市空間データモデルの構築

2.1. 基本概念図

都市空間内の複雑・輻輳した構造物をコンピュータ上で表現・処理するためには、適切なデータモデルを定義し、それに基づいたデータベースの構築が必要である。本研究では、都市空間における歩行者

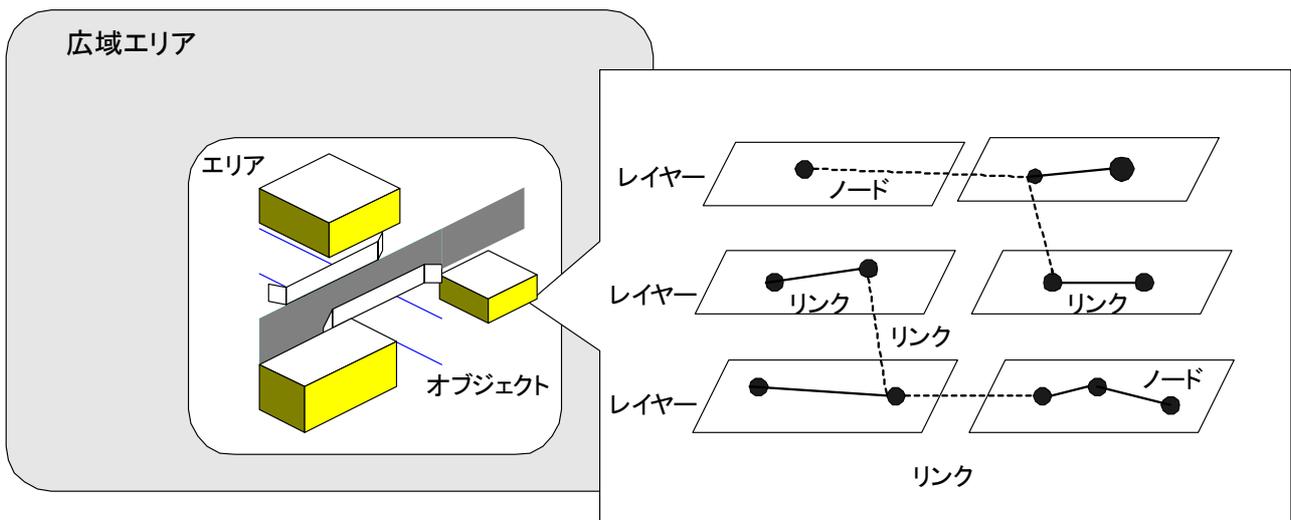


図1 概念図

経路案内システムでの適用を前提とした都市空間モデルの構築を行う。本研究における基本的な都市空間モデルの概念図を図1に示す。

2.2. 基本クラス

1) area

area はモデル化の対象となる領域（論議領域）を示すものであり、area 自体がさらに広域な area に含まれるという包含関係を有する場合もある。area エリアはそのエリア毎に原点を有するものとし、原点はエリアの最も左上に置く。

2) object

object は area 内に存在する建物、道路、橋、地下道、各種施設等の都市空間を構成する要素である。object は、それぞれの object 毎のローカル座標を有しており、その原点の area 座標を属性情報として有する。本研究で定義した object を表1に示す。

3) layer

layer は、area 内及び object 内における階層を意味する。階層の符号化に際し、地上1階を0とする。これは、地上から地下へ地表を跨った移動をする場合に、システム上の処理が容易であることによる。

4) node

node とは layer 上に存在する点で、link の始終点となる。object のローカル座標で定義される。

表1 object カタログ

種別 ID	Object
1	建物
2	車道
3	歩道
4	ペDESTリアンデッキ
5	地下通路
6	地下鉄
7	遊歩道
8	橋
9	バスプール

5) link

link とは同一の layer 上あるいは layer 間、object 間における2点の node の繋がりを示す。link には、端点を示す node 情報と、その link が単方向であるか双方向であるか情報、link の移動手段に関する情報（表2）が定義される。

表2 リンクの移動手段識別符号

手段	符号
水平	1
階段	2
エレベータ	3
エスカレータ	4
スロープ	5

6) polygon

polygon はレイヤーを形成する多角形（平面）で

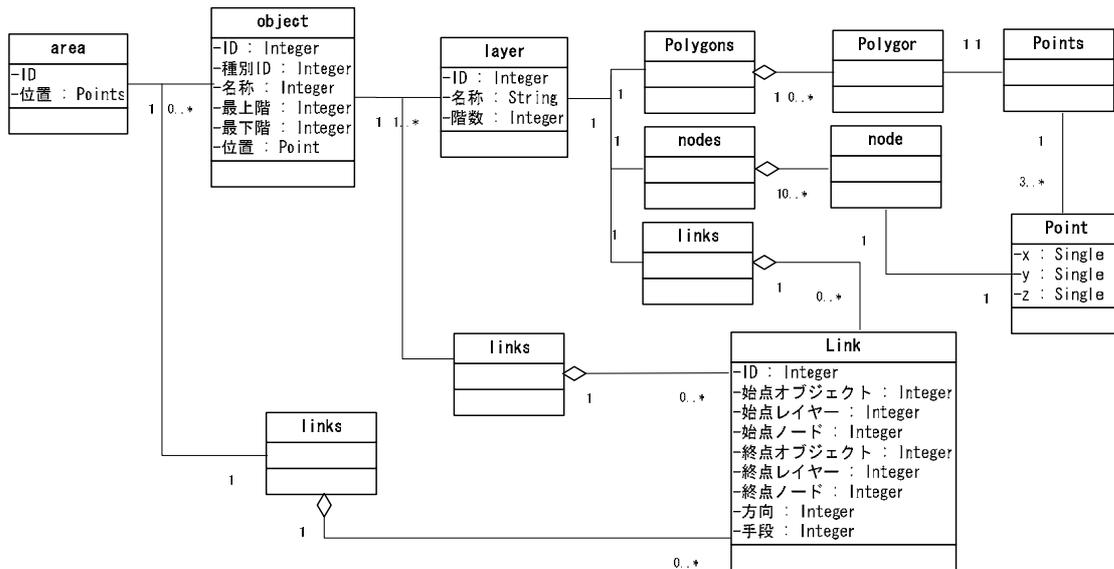


図2 都市空間モデルのスキーマ

ある . layer の形状によっては、ひとつの layer が複数の polygon を有する場合がある . polygon は形状に応じて 3 点以上の point を有する .

7) point

polygon の各点及び node の位置を決定する 3 次元座標であり、object のローカル座標に従う .

2.3. データモデルのスキーマ

2.2. で定義した基本クラスを基にし 図-1 の通り、都市空間データモデルのスキーマ (UML) を示す . 図に示すように area は複数の object を有しており、それぞれの object は自らの階層数に応じた layer を有する . area 間、object 間、layer 間それぞれに link をもつ . layer は Polygon と node を有しており、それぞれの座標は Point により定義される . 定義された node 情報は Link 情報から参照される .

3 . 都市空間データモデルの実装

構築した 3 次元空間データモデルを基に、歩行者経路案内システムへの実装を試みる . 構築する歩行者経路案内システムは、複雑かつ輻輳した都市中心部において、移動手段 (歩行者、車椅子) の選択に応じて、3 次元経路探索を行い、その経路を表示するシステムである . 今回、データ作成の対象地域は仙台駅周辺である、この地域は JR の新幹線駅、在

```

<!ELEMENT area (object+,links)>
<!ELEMENT object (layer+,links)>
<!ELEMENT links (link*)>
<!ELEMENT layer (polygons,nodes,links)>
<!ELEMENT polygons (polygon+)>
<!ELEMENT nodes (node*)>
<!ELEMENT polygon (points+)>
<!ELEMENT node (points)>
<!ELEMENT points (x,y,z)>
<!ELEMENT x (#PCDATA)>
<!ELEMENT y (#PCDATA)>
<!ELEMENT z (#PCDATA)>
<!ELEMENT
  link(start-object,start-layer,start-node,destination-object,
  destination-layer,destination-node,direction,mean)>
<!ELEMENT start-object (#PCDATA)>
<!ELEMENT start-layer (#PCDATA)>
<!ELEMENT start-node (#PCDATA)>
<!ELEMENT destination-object (#PCDATA)>
<!ELEMENT destination-layer (#PCDATA)>
<!ELEMENT destination-node (#PCDATA)>
<!ELEMENT distance (#PCDATA)>
<!ELEMENT mean (#PCDATA)>
<!ATTLIST object ID CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST object kindID CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST object name CDATA "n">
<!ATTLIST object highest CDATA #IMPLIED>
<!ATTLIST object lowest CDATA #IMPLIED>
<!ATTLIST object X CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST object Y CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST object Z CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST layer ID CDATA #IMPLIED>
<!ATTLIST layer name CDATA "n">
<!ATTLIST layer floor CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST polygon ID CDATA #IMPLIED>
<!ATTLIST node ID CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST node name CDATA #IMPLIED>
<!ATTLIST link ID CDATA #IMPLIED>
  
```

図3 XML による実装 (DTD)

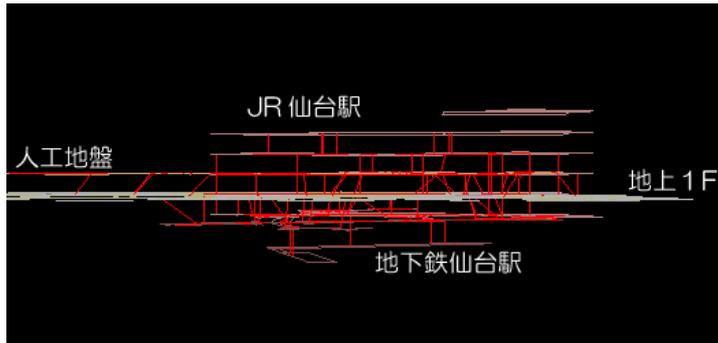


図4 都市空間データモデルによる3次元空間の表現

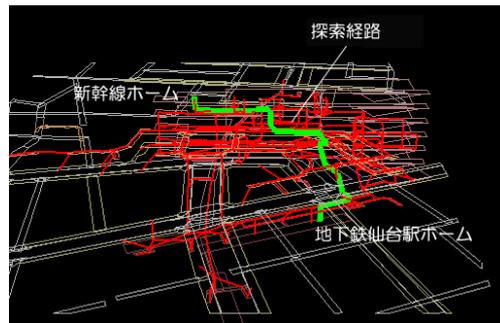


図5 3次元経路探索の例(新幹線ホーム～地下鉄ホーム)

来線駅，市営地下鉄，バスプール，人工地盤，駅ビル等の建築物が輻輳して存在する地域であり，空間データモデルの評価に適する．

都市空間データモデルの実装にはXML(eXtensible Markup Language)を用い，データモデルのスキーマに基づき，図2の通りDTDを定義した．このDTDに従い，仙台駅周辺の都市空間データを構築する．

システムの構築は，Microsoft VisuallBasci6.0をベースとして，XMLファイルの操作にはDOM(Document Object Model)，グラフィックス表示にはOpenGLを用いた．

DTDに基づいて構築したXMLデータを読み込み，3次元表示した結果の例を図4に示す．図に示されるように，ファイルは適正に読み込まれ表示されており，コンピュータ上での3次元空間の再構築に成功している．図5は3次元経路探索の例である．3次元経路探索はダイクストラ法に基づくが，経路探索処理も移動手段に応じて適正に処理が行われており，構築したデータモデルの正当性を示している．

4．まとめと今後の課題

本研究では，歩行者経路案内を目的とした3次元都市空間データモデルを構築するとともに，それを

XMLにより実装するとともに，歩行経路探索システムへ適用し，そのデータモデルが有効であることを示した．今回構築したデータモデルは，極めてコンパクトなモデルであり，データ構築が容易であるという利点を有する．今後はデータモデルのさらなる検証を進めるとともに，都市空間の構成要素をより多く表現できるモデルへの発展を考えている．

参考文献

- インクリメントP(株)・(株)キャドセンター・パスコ(株)(2002)『三次元立体地図 MAPCUBE,』
<http://www.mapcube.jp>
- NTT コミュニケーションズ株式会社(2003)『3次元GISデータガイドライン, <http://3dgis.jp/>』
- 瀬尾和夫・玉田隆史・寺岡照彦・亀井克之(1997)『3次元マッピング・システム, 電気学会産業システム情報化研究会資料, IIS-97-18, pp.37-42.』
- 総務省(2002): 3次元GISによる立体経路案内デモンストレーション, http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/020524_2.htm